KFAS
مؤسسة الكويت للتقدم العلمي
Kuwait Foundation for the Advancement of Sciences

علوم العصور الوسطى المتأخرة وعصر النهضة:
1000–1624

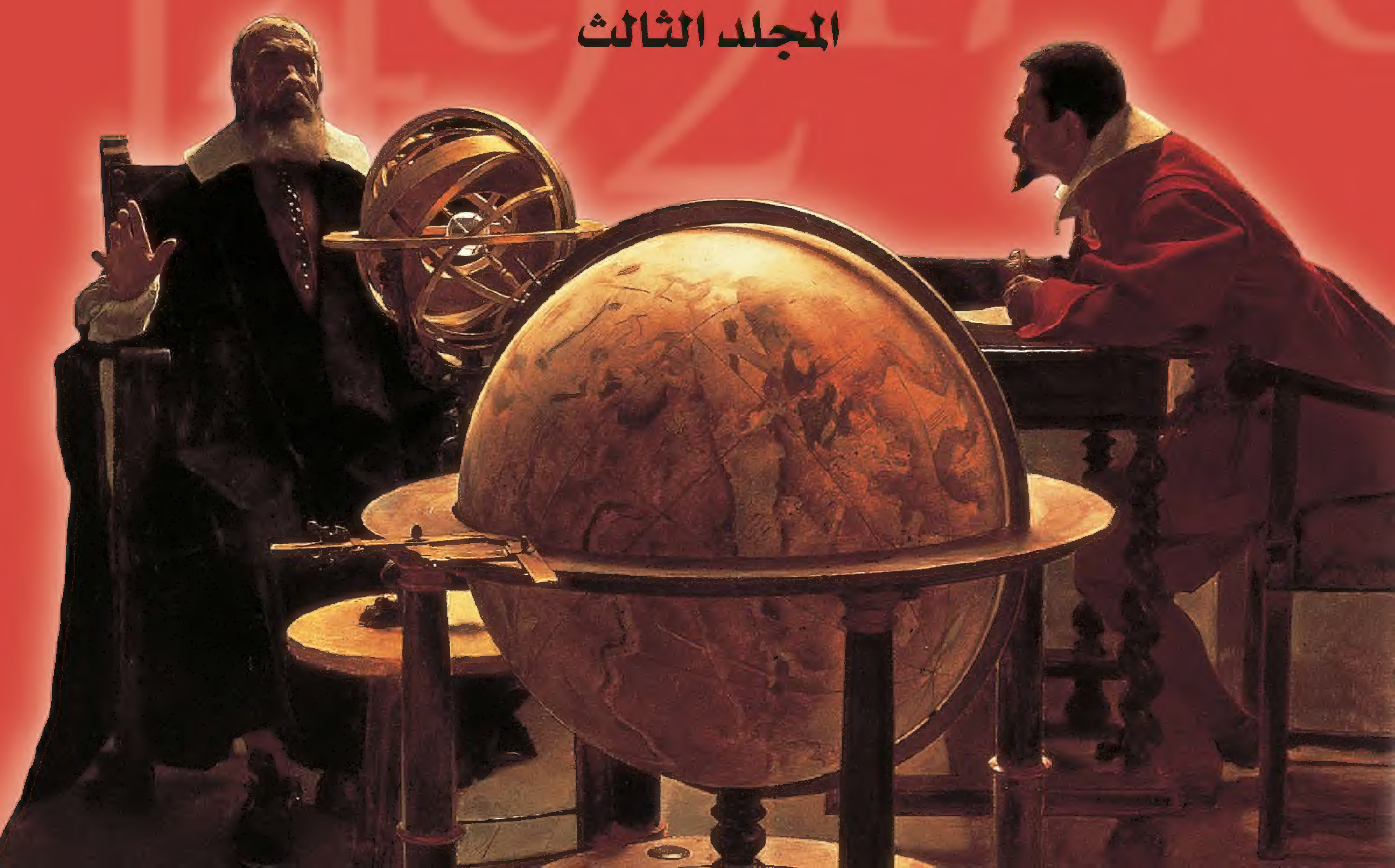


المسار الزمني لتقدم العلوم والتكنولوجيا



تأليف: جون كلارك وآخرون
ترجمة: د. مصطفى معرفي

المجلد الثالث



KFAS
مؤسسة الكويت للتقدم العلمي
Kuwait Foundation for the Advancement of Sciences

المسار الزمني لتقدم العلوم والتكنولوجيا

المجلد الثالث

علوم العصور الوسطى المتأخرة وعصر النهضة

1624–1000

تأليف: جون كلارك
مع
مايكل ألابي وإيمي جان بيير

ترجمة: د. مصطفى معرفي

المُراجع العلمي: د. أمل العازمي

الطبعة الأولى: الكويت - 2015

فهرسة
مكتبة الكويت الوطنية أثناء النشر

509 كلارك، جون.

الجداول الزمنية لتاريخ العلوم: timeline of science and technology/

جون كلارك، مايكل آلابي، إيمي جان بيير؛ ترجمة مصطفى معرفي. - ط 1 . - الكويت:

مؤسسة الكويت للتقدم العلمي، 2015

10 مج. ؛ 24 سم.

1- العلوم - تاريخ

أ. العنوان

ب. آلابي، مايكل (مؤلف مشارك)

ج. بيير ، إيمي جان (مترجم)

د. معرفي، مصطفى (مترجم)

هـ. مؤسسة الكويت للتقدم العلمي (ناشر)

ردمك: 978-99966-33-68-3

رقم الإيداع: 459 / 2015

بسم الله الرحمن الرحيم



صاحب السمو الشيخ صباح الأحمد الجابر الصباح

أمير دولة الكويت



سمو الشيخ نواف الأحمد الجابر الصباح

ولي العهد

Published by Grolier
an imprint of Scholastic Library Publishing,
Old Sherman Turnpike
Danbury, Connecticut 06816

Set ISBN 978-0-7172-6101-7
Volume 3 ISBN 978-0-7172-6104-8

Library of Congress Cataloging-in-Publication Data

Timelines of science and technology
p. cm.
Includes bibliographical references and index
Contents: v. 1. Origins of science — v. 2. Classical and early medieval science — v. 3. Late medieval and Renaissance science — v. 4. The Scientific Revolution — v. 5. The Industrial Revolution — v. 6. The Age of Steam — v. 7. The Age of Electricity — v. 8. The Atomic Age — v. 9. The Space Age — v. 10. The modern world.
ISBN 978-0-7172-6101-7 (set : alk paper) — ISBN 978-0-7172-6102-4 (v. 1 : alk paper) — ISBN 978-0-7172-6103-1 (v. 2 : alk paper) — ISBN 978-0-7172-6104-8 (v. 3 : alk paper) — ISBN 978-0-7172-6105-5 (v. 4 : alk paper) — ISBN 978-0-7172-6106-2 (v. 5 : alk paper) — ISBN 978-0-7172-6107-9 (v. 6 : alk paper) — ISBN 978-0-7172-6108-6 (v. 7 : alk paper) — ISBN 978-0-7172-6109-3 (v. 8 : alk paper) — ISBN 978-0-7172-6110-9 (v. 9 : alk paper) — ISBN 978-0-7172-6111-6 (v. 10 : alk paper)
1. Science-History. 2. Discoveries in science.
3. Technology-History. I. Grolier (Firm)

Q125.T587 2006
509—dc22 2005050387

For information address the publisher:
Grolier, Sherman Turnpike,
Danbury, Connecticut 06816

Printed and bound in Singapore.

FOR THE BROWN REFERENCE GROUP

Consultant: Erin Dolan, Virginia Polytechnic and State University, U.S.A.

Project Editor: Graham Bateman
Editor: Virginia Carter
Designer: Steve McCurdy
Research: Geoff Roberts
Production: Alastair Gourlay, Maggie Copeland
Editorial Director: Lindsey Lowe

PICTURE CREDITS
(t = top, b = bottom, c = center, l = left, r = right)

Cover: *Space Shuttle*, NASA Headquarters – Greatest Images of NASA; *19th-Century Steam Train*, Science Photo Library; *Galileo*, AKG-London

6t TopFoto; **6b** Science Photo Library; **8t** Science Museum; **8b** Photos.com; **9t** Science Museum; **9c** Photos.com; **10t** Science Museum Library; **11t** Archivo Iconographico, S.A./Corbis; **11b** Bettmann/Corbis; **12b** ©2004 Ann Ronan Picture Library/TopFoto; **13t** Bettmann/Corbis; **14–15** Ray Roberts/TopFoto; **16t** TopFoto; **16c** TopFoto; **16b** Archivo Iconographico, S.A./Corbis; **17** Science Photo Library; **18t** Lui Liqun/Corbis; **19** Science Museum; **20t** TopFoto; **20b** Science Museum; **21t** TopFoto; **21b** Ray Roberts/TopFoto; **22t** TopFoto; **22b** Science Museum Library; **23** Paul Almasy/Corbis; **24–25** The British Library/TopFoto; **25t** Bettmann/Corbis; **25c** Science Museum; **26** Science Museum Library; **27t** TopFoto; **27c** Archivo Iconographico, S.A./Corbis; **28** Corbis; **29** Corbis; **30** Science Museum; **31t** NASA Jet Propulsion Laboratory; **31c** Science Photo Library; **31b** Roger-Viollet/TopFoto; **32t** Bettmann/Corbis; **32b** Science Museum; **33** Alinari Archives/Corbis; **34** Gianni Dagli Orti/Corbis; **35** TopFoto; **36** Science Museum Library; **37t** Dr. Jeremy Burgess/Science Photo Library; **37c** TopFoto; **38** Fotomas/TopFoto; **38–39** Stapleton Collection/Corbis; **40** Schoenberg Center; **41** Stefano Bianchetti/Corbis; **42t** Science Photo Library; **42b** Science Photo Library; **43c** Science Photo Library; **43b** Science Museum; **44t** George Bernard/Science Photo Library; **44–45** Bettmann/Corbis; **45** TopFoto

كيفية استخدام المجموعة
How to Use this Set



يُغطي كلُ مجلد من مجلدات هـذه المجموعة فترة مفصلية من تاريخنا، نحن البشر وقد وضعنا هذه الفترات على الصفحتين 6-7 من المجلد الأول بالإضافة إلى المحتوى التفصيلي. يحتوي كلّ مجلد على ثلاثة أنواع من المقالات. مقالات المسار الزمني التي تُعنى بجدولة الاكتشافات والابتكارات بحسب سنوات الفترة المعنية. وقد رتبت تفاصيل هذه المقالات على هيئة نطاقات مستعرضة ينتمي كل نطاقٍ منها إلى حقلٍ من حقول المعرفة، بحيث تتمكن من رؤية العلاقة بين مجالات المعرفة العلمية بنظرة سريعة. كما تظهر الخلفية التي كتبت معلومات كل نطاق عليها – مثل الفيزياء أو الكيمياء – بلون مميز. وبين مقالات المسار الزمني تتوزع المقالات الخاصة مفصلة لنقاط محددة جاء ذكرها في المسار الزمني. تُوفر هذه المقالات وبُعمق تركيزاً على خلفية الاكتشافات ومعلومات حول من لهم علاقة بالموضوع وتشرح طرق استخدام واستفادة البشر من هذه الاكتشافات أو الابتكارات. وعلى سبيل المثال، نجد في المجلد الثامن (الصفحات 28 - 29) مقالاً بعنوان «تطور الهيليوكوبتر (الحوّامة)»، وينبع من فقرة حول الحوامة من مقالة المسار الزمني للعام 1936 من صفحة 26. وتتضمن المقالات فقرات موضوعة داخل إطار بهدف الاستزادة من المعرفة وتوفر معلومات إضافية وتشرح في الغالب بعض المبادئ العلمية ذات الصلة بالموضوع. وأخيراً يُقدم محور الأعلام في نهاية كل مجلد سيرة مفصلة للأعلام أو المجموعات البشرية التي ورد ذكرٌ لها في المسار الزمني أو المقالات الخاصة، وبذلك تظهر الصورة الكلية لإنجازاتهم. باستخدام الأنواع الثلاثة للمقالات يمكن بناء صورة كلية للظروف التي أدت إلى لحظة الاختراق في مسار تقدم معين.

تلعب الصور والأشكال، مع شرحها، دوراً رئيساً في هذه المجموعة. وتشمل صور مطبوعات قديمة وصوراً ضوئية حديثة وإعادة بناءٍ فني ومخططات توضيحية.

هنـاك عـددٌ من المُعينات التـي تساعدك في الإبحار خـلال هذه المجموعة. أسماء الأعلام الواردة سيرهم في جزء الأعلام طبعت كلها بالبُنط الأسود الغامق، مثل **ألفريد نوبل**. عاش بعض الأفراد وعمل خلال فترات يغطيها أكثر من مجلدٍ واحد، ولذلك يأتي ذكر بعض الأعلام في مراحل تاريخية مختلفة، ولهذا السبب فإن ظهور اسم علم ما بالبُنط الأسود الغامق في مجلد ما لا يعني بالضرورة عرض سيرته بين الأعلام في المجلد نفسه، ولتحديد سيرة شخص معين يُنصح بالرجوع إلى المسرد الذي يبدأ من الصفحة 53 من كلّ مجلد. علاوة على ذلك طُبعت أسماء بعض الأعلام بالبُنط الأسود الغامق المائل، ***مايكل فراداي*** على سبيل المثال. تُشير هذه الطريقة في كتابة اسم العلم على أنه موضوع مقالة خاصة (في مثالنا المقالة بعنوان طبيعة الضوء على الصفحتين 28-29 من المجلد الرابع). ونُعيد، بأن الطريقة الصحيحة للبحث عن مكان الموضوع هي الاستعانة بالمسرد.

تجد في أعلى غالبية المقالات مراجع ذات صلة بموضوع المقالة.

يحتوي كلُ مجلد على مُعجم لبعض المصطلحات الواردة، ويُساعد المُعجم في فهم معنى بعضٍ المصطلحات غير المألوفة للقارئ. كما يحتوي كل مجلد في نهايته على مراجع ومواقع على الشبكة العنكبوتية (الويب) يمكن للقارئ الاستعانة بها للاستزادة في المعرفة، وأخيراً، نشير إلى أن مسرد المجموعة يضم أسماء الأشخاص والموضوعات المهمة التي تغطيها المجموعة.

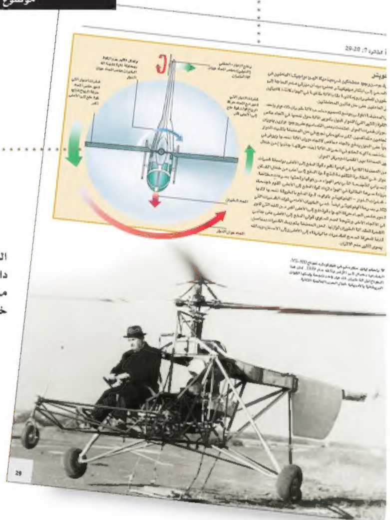
علوم العصور الوسطى المتأخرة وعصر النهضة (1000 – 1624)

تُعرف الفترة التي أعقبت سقوط الإمبراطورية الرومانية بشكل عام بالعصور المظلمة، ويُحتمل أن التسمية نتاج فهمنا لتقلص المعرفة ودورها خلال هذه الفترة. لكن، وحتى إن لم يشهد العصر بروز اكتشافات خارقة في العلوم الأساسية، استمر تطور العلوم التطبيقية – التكنولوجيا – بطفرات لا يمكن إنكارها. من أمثلة هذه الطفرات استخدام طواحين الهواء كمصدر للطاقة يُضاف إلى مصدر الدواليب المائية المعروفة أيامها، كما شكلت الرياح طاقةً لجيل جديد من الأشرعة. ومع هذه الابتكارات واختراع البوصلة المغناطيسية تمكنت السُفن من القيام بحشد من المغامرات لاستكشاف العالم توجت باستكشاف الأمريكيتين والنجاح في نهاية المطاف في الدوران حول الكرة الأرضية.

أدت الزيادة في الرحلات والاستكشافات إلى انتشار المفاهيم والأفكار حول العالم بشكل أعلى وتيرة. اكتشفت البوصلة في الصين، ويُحتمل أنها مصدر أسرار كيفية تصنيع البارود أيضاً (على الرغم من احتمال اكتشافه في أوروبا بشكل مستقل). تم أيضاً إعادة اكتشاف حروف الطباعة المحمولة، التي ابتكرت أساساً في الشرق، ونتج عن ذلك الاستغناء عن النسخ اليدوي الشاق للكتب. نشرت الكتب المعرفة الإنسانية على نطاق واسع مما أدى إلى ولادة جديدة للحضارة الإنسانية – تعني التسمية اللاتينية لهذا العصر بعصر «البعث».

من أعظم نماذج رجال هذا العصر ليوناردو دافنشي، الرسام والمعماري والمهندس الإيطالي الذي امتلك أكثر العقول تعدد مواهب في جيله أو أي جيل آخر. وقد سبقت توقعاته العديد من الاختراعات التي تحققت على أرض الواقع بعد ما يربو على ثلاثة أو أربعة قرون من وفاته. ومن المساهمين الرئيسين في العلوم النظرية نيكولاس كوبرنيكوس، أحد معاصري دافنشي. أدت نظرية هذا الفلكي البولندي بمركزية الشمس ودوران الكواكب في أفلاكها حولها، أدت هذه النظرية إلى وضع أسس علم الفلك الحديث.

المقالات الخاصة توفر تفصيلات حول موضوع معين



الفقرات الموضوعة داخل إطار تغطي موضوعات ذات أهمية خاصة

مراجع ذات صلة في متن المجلد نفسه أو مجلدات أخرى

الصفحات الخاصة بالأعلام تُوفر سيرة مفصلة لها



اسم العَلَم المكتوب بالبُنط العريض يوجِّه القارئ إلى مقالات الأعلام



توفير التعليقات الواضحة المصاحبة للرسومات أو الصور الضوئية

النطاقات الملونة تفصل بين حقول العلم والتكنولوجيا المختلفة

علم الفلك والرياضيات ASTRONOMY & MATH

1000 يضع الفليكيون الهنود تقويماً ذا 360 يوما و 12 شهرا طول كل منها 27 أو 28 يوماً، ويضاف إلى التقويم شهر واحد كل خمس سنوات لمواءمة التقويم مع فصول السنة.

1006 في الرابع من يوليو يرصد ويوثق الفلكيون في كل من الصين ومصر وأوروبا ظهور مستعرٍ أعظمي (سوبرنوفا) يبقى مرئيا لعدة شهور.

1050 يدخل الفلكيون والملاحون العرب الأسطرلاب إلى أووربا.



صور ظهور مذنب هالي عام 1066 في لوحة بايو، وهي جدارية بطول 230 قدماً (70 م) تروي قصة الأحداث المؤدية لغزو الرومان لإنجلترا وما تبعه من أحداث.

العلوم الطبيعية والحيوية PHYSICAL AND LIFE SCIENCES

1000 يضع الفيلسوف والطبيب الفارسي **إبن سينا** (980–1037) مؤلفه *القانون في الطب* الذي يبقى المرجع الرئيسي لعدة قرون.

1021 ينشر عالم الرياضيات العربي **الحسن أبن الهيثم** (حوالي 965 – حوالي 1040) كتابا في البصريات يتضمن موضوع العدسات والمرايا المنحنية (الكروية) وانكسار الضوء.

حوالي **1075** تحاضر طبيبة الولادة الإيطالية **تروتولا من ساليرنو** في الجامعة (وهو أمر غير معهود للنساء) وتؤلف كتباً في موضوعات النظافة الصحية والاختلالات العضوية عند النساء (أمراض النساء).

1086 ينشر العالم الصيني شن كوا (1031 – 95) كتاب *مقالات حوض الأحلام* يتبنؤ فيه بمفاهيم علم الأرض الحديث مستندا إلى مناقشة مبادئ الرسوبيات وحدوث الارتفاعات الأرضية والتعرية.

1120 يدخل برايور والتشر، الفرنسي الأصل من مدينة مالفرن آبي بإنجلترا، استخدام الدرجات للتعبير عن خطوط الطول وخطوط العرض في الخرائط.

1127 يقوم ستيفن الأنطاكي بترجمة الموسوعة الطبية *الكتاب الملكي* للطبيب الفارسي على عباس المجوسي (حوالي 949 – حوالي 982) من العربية إلى اللاتينية. (المترجم: العنوان العربي الأصلي للموسوعة كامل الصناعات الطبية الضرورية).

التكنولوجيا TECHNOLOGY

1000 تعبر سفن الفايكنج الطويلة تحت قيادة ليف إيركسون (حوالي 960 – حوالي 1020) شمالي المحيط الأطلسي لترسو على سواحل أمريكا الشمالية حيث يؤسس الفايكنج مستعمرة هناك.

1000 في حدود هذه الفترة بدأ الصينيون باستخدام الفحم وقوداً. يحصل الصينيون على الفحم في البداية من مكامنه السطحية، لكنهم سرعان ما يبدؤون الحفر مشيدين بذلك أول منجم للفحم.

1013 ينتهي البناؤون العرب من تشييد مسجد الحاكم بأمر الله في القاهرة بمصر ويتسع حرم المسجد لنصف السكان الذكور في المدينة.

1030 يخترع الراهب البندكتي الإيطالي **غايدو دي اريزو** (حوالي991 – 1050) شكلا من أشكال الترميز الموسيقي (لكتابة الموسيقا).

1035 يستخدم الصينيون دولاب الغزل الذي يدار باليد بدل الدواسات.

1044 يؤلف الموظف الرسمي في الحكومة الصينية *تسنغ كونغ ليانغ* كتاب الخلاصة الوافية في التكنولوجيا العسكرية المهمة، يشرح فيه بتفصيل كبير استخدام راجمات السهام بوساطة البارود. كما يشير إلى طرق عدة لتصنيع البارود.

يعزى اختراع حرف الطباعة المحمول عام 1045 إلى بائع القماش الصيني بي شنغ.



1045 يخترع بائع الملابس الصيني بي شنغ (توفي 1052) حروف الطباعة المحمولة المصنوعة من الطين المشوي. وخلال عشر سنوات تبدأ طباعة الكتب باستخدام هذه الحروف.

1075 يصمم الفلكي العربي الأندلسي من طليطلة **إبراهيم بن يحي الزقالي** (1028 –87) عددا من الساعات المائية الفلكية المعقدة. (المترجم: أكثر أعمال الزرقالي شهرة هو الأسطولاب المعروف بالصفيحة الزرقالية).

1080 يستخدم المزارعون الأوربيون العمود الأفقي الارتكازي لجر المحاريث والعربات. ويتميز هذا التصميم بإمكانية وضع حصانين جنبا إلى جنب.

1086 يصف العالم الصيني شن كوا (1031 –95) بوصلة مغناطيسية (صنعت بدعك إبرة بحجر مغناطيس) لاستخدامها في الملاحة.

1090 يشيد الوزير الإمبراطوري الصيني سو سنغ ساعة فلكية كبيرة، أو «الآلة الكونية»، تعمل بقوة دفع الماء. يرتكز عمل الجهاز على دولاب مائي فائق التصنيع ويبين الحركة الظاهرية للنجوم والوقت ليلا ونهارا على حد سواء.

انظر أيضا التقاويم 1. 42–43؛ العلوم العربية 2 38–39؛ صناعة الورق واستخداماته 2: 42–43؛ رحلات الفايكنج 2. 44–45؛ الأسلحة النارية والبارود 3: 24-25

علم الفلك والرياضيات ASTRONOMY & MATH

1054 يرصد الفلكيون في الصين واليابان الظهور المفاجئ لمستعر أعظمي. يبقى المستعر مرئياً في وضح النهار مدة 23 يوماً. وتدلنا المعلومات المعاصرة على أن المستعر المعني يقع في سحابة السرطان.

1066 يرصد مذنب هالي في إنجلترا (لم يعرف بهذا الاسم في حينه)، ويربط المنجمون بين ظهور المذنب وحملة النورمان في تلك السنة.

1075 يضع الفلكي العربي إبراهيم بن يحيى **الزرقالي** فرضية دوران الكواكب في مدارات إهليجية وليست دائرية. يكني اللاتينيون الزرقالي بلقب أرزاتشل.

1105 يحل الفلكي وعالم الرياضيات والشاعر الفارسي عمر الخيام (1048 – حوالي 1123) المعادلات الجبرية من الدرجة الثالثة.

1126 يترجم الفيلسوف الإنجليزي أدلارد من مدينة باث (حوالي 1080 – حوالي 1160) إلى اللاتينية كتاب *الزيج* (جداول فلكية) لعالم الرياضيات العربي أبو جعفر محمد بن موسى الخوارزمي حوالي (780 – حوالي 850). وفي عام 1142 يقوم بترجمة كتاب العناصر (كتاب في الهندسة) لعالم الرياضيات الإغريقي **إقليدس** (أشتهر خلال 300 ق.م.) من العربية إلى اللاتينية.

1145 يترجم المفكر الانجليزي روبرت تشستر إلى اللاتينية كتاب *حساب الجبر والمقابلة* لعالم الرياضيات العربي أبو جعفر محمد بن موسى الخوارزمي (حوالي 780 – حوالي 850).

1150 يقوم الفلكي العبري سليمان جرجس بتجميع وتصنيف أول خريطة سماوية (المناخ) يبين فيها تفاصيل النجوم.

1150 يبوب الفلكي الهندي بهاشكارا أتشاريا (1114 – 85) المعارف الهندية في الجبر والحساب في كتاب عنوانه *تاج الكتب*.

العلوم الطبيعية والحيوية PHYSICAL AND LIFE SCIENCES

1135 يترجم المفكرون الأسبان في طليطلة الأعمال الطبية للفيلسوف والطبيب الفارسي ابن سينا (980 – 1037) من العربية إلى اللاتينية.

1140 يضع ملك صقلية روجر الثاني (1095 – 1154) قواعد الترخيص الحكومي لممارسة مهنة الطب، ويسمح فقط للحاصلين على الترخيص بممارسة المهنة.

1150 يدخل الطبيب العربي الأندلسي أبو مروان عبد الملك بن زهر (حوالي 1091 – 1162) الحجامة ضمن العلاج الطبي.

1155 يطبع علماء الخرائط الصينيون خريطة للجزء الغربي من الصين وتعتبر أول خريطة مطبوعة في التاريخ.

1160 يخترع عالم الرياضيات الفارسي شرف الدين الطوسي من دمشق عمود الرؤية وهو أسطرلاب خطي (طولي) أسهل كثيراً في التصنيع والاستخدام من الأسطرلاب العادي.



شت الجنود الصينيون أنابيب صغيرة تحوي البارود في سهامهم لإنتاج أول صاروخ عرف بـ سهام النار.

التكنولوجيا TECHNOLOGY

1100 مع ابتكار البارود تنتشر الألعاب النارية في الصين في حدود هذه الفترة.

1105 يخترع صناع الفخار الصينيون البورسلان، وهو خزف أبيض عالي الجودة، ويسميه الأوربيون «الصيني».

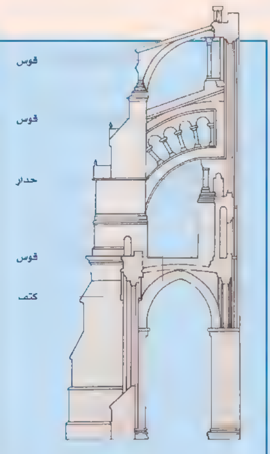
1105 يشير مرسوم بابوي إلى أول استخدام للمطاحن الهوائية في أوروبا، ويسمح البابا لرئيس دير سافجني بتشييد هذه المطاحن في شمالي فرنسا.

1105 يؤسس مستودع رئيسي للصناعات الحربية في مدينة البندقية بإيطاليا وتتم توسعه المستودع خلال القرون اللاحقة.

1110 يخترع المهندسون العسكريون الأوربيون منجنيقاً يعمل بقوة الجاذبية ونظراً لعدم وجود أوتار أو حبال «نوابض» تتأثر بالرطوبة، يثبت الاختراع الجديد كفاءة أعلى من منجنيق الشد التقليدي.

1110 تطبع السلطات الصينية عملة ورقية بألوان متعددة وبذلك تجعله أقل عرضة للتزوير.

1117 يصف الكاتب الصيني تشو يو بوصلة تستخدم في الملاحة البحرية.



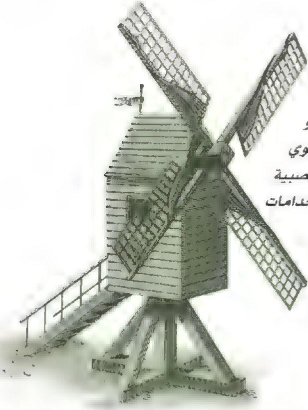
احتوت الكنائس الجوثية المنمقة من القرن الثاني عشر عدداً كبيراً من النوافذ بهدف إنارة الكنيسة من الداخل، لكن ذلك أدى إلى أضعاف المبنى بشكل كبير. ولذلك دعم البناؤون الجدران بمجموعة من الأكتاف العلوية. كما شيدت الأقواس التي تصل بين الجدران لتشكل أعمدة بناء مصمتة قوية.

1126 يستخدم الجنود الصينيون صواريخ البارود «السهام النارية» والقنابل اليدوية في الدفاع عن كيفنغ.

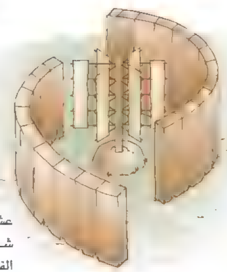
1140 بدء العمل في تشييد الباسيليكا الجديدة في دير القديس دينس بفرنسا (قرب باريس) تحت إشراف أبب شوجر (1081-1151)، وهو أول مبنى تستخدم فيه الأكتاف للدعم. (المترجم: الباسيليكا مبنى روماني مستطيل في أحد طرفية جزء ناتئ نصف دائري).

1150 تشييد أول مصنع للورق في أوروبا في مدينة فالينسيا بإسبانيا.

طاقة الرياح WIND POWER



ظهرت أول طاحونة هوائية في بلاد فارس (إيران حاليا) في حوالي عام 605. ويعرف التصميم بالمطاحن عمودية المحور (أو الهوائي)، ويشبه إلى حد ما الدولاب المائي من الجانب ويحتوي على أشرعة عمودية كبيرة مصنوعة من رزم من النباتات القصبية أو من شجر القنب متصلة بمحور عمودي. واقتصرت الاستخدامات على توفير المياه لنظم الري وطحن الحبوب لصنع الدقيق.



▲ ضمت طواحين الهواء عمودية المحور الأولى مصدات رياح (حواجز خشبية) لمنع الرياح متقلبة الاتجاه أو العاصفة من دفع الأشرعة للحركة إلى الخلف.

وصلت طواحين الهواء إلى أوروبا الغربية في القرن الثاني عشر الميلادي - والاحتمال الأكبر أن جنود الحملة الصليبية شاهدوا عمل هذه الطواحين في الأراضي المقدسة وحملوا الفكرة معهم عند عودتهم إلى ديارهم. لكن طواحين الهواء الأولى في أوروبا اختلفت عن مثيلاتها الفارسية في ناحية مهمة للغاية: فبدلاً من تثبيت الأشرعة على محور عمودي، اتخذت الأشرعة الأوروبية شكل أشعة تصدر من مركز محور أفقي مدعوم على الجوانب بسارية أو برج صخري. يوفر هذا التصميم مردوداً أعلى بكثير لاستغلال تيارات الهواء السائدة. ففي الهوائيات عمودية المحور تقابل نصف الأشرعة فقط تيار الهواء في أي وقت، مما يعني هدر نصف الطاقة المتوفرة على الأقل. وبتثبيت الأشرعة على محاور مرتفعة أفقية شيد الأوروبيون مطاحن تزيد كفاءتها عن التصميم الفارسي مئة في المئة.

من المحير فعلاً أن التكنولوجيا الفارسية المتطورة لم تتوصل إلى هذه النتيجة، لكن تشييد مطاحن هوائية تثبت أشرعتها على محاور أفقية أعقد بكثير من تشييد الهوائيات عمودية المحور. أولى هذه التعقيدات الحاجة إلى استخدام التروس لتحويل الحركة من مستوى عمودي للأشرعة إلى حركة بزاوية 90 درجة. لكن هذه الموضوع لم يشكل معضلة لصانعي مطاحن الهواء الأوروبيين نظراً لوجود هذه التكنولوجيا واستخدامها في إدارة الدواليب المائية. والمعضلة الثانية أن طواحين الهواء أفقية المحور تعمل بكفاءة طالما قابلت أشرعتها الاتجاه السائد للرياح فقط. وبناء على ذلك شيدت أولى المطاحن الهوائية الأوروبية بحيث تقابل أشرعتها الاتجاه السائد للرياح أو ألحقت بها آلية لتغيير اتجاهها. نجح التصميم ثابت الاتجاه بشكل جيد في السواحل الجنوبية لفرنسا وإسبانيا وبعض جزر البحر الأبيض المتوسط نظراً لهبوب الرياح في هذه المناطق من البحر على اليابسة في غالب الأحيان، لكن هذا التصميم فشل في أن يشكل حلاً ناجحاً في الشمال الأوروبي بسبب التغير المستمر والكبير في اتجاه الرياح. ولذلك صممت طواحين الهواء في الداخل الأوروبي بحجوم أصغر ومثبتة على سارية واحدة متينة يمكن إدارتها لتقابل الأشرعة الرياح، وتعرف هذه الطواحين الهوائية بطواحين السواري.

بحلول القرن الخامس عشر ثبتت أشرعة الطواحين الهوائية على قاعدة حرة الحركة مفصولة عن البرج الرئيسي. وبذلك يحتاج العامل إلى تعديل اتجاه القاعدة دون بقية هيكل الطاحونة لتغيير اتجاه الأشرعة. ويتم هذا التعديل في العادة بواسطة عمود طويل موصول بالقاعدة من جانبها الخلفي ويتجه نحو الأرض بزاوية بحيث يؤدي دفع العمود باتجاه ما إلى إدارة القاعدة ومن ثم تعديل وضع الأشرعة. يعني هذا التقدم في صناعة طواحين الهواء عدم ارتباط حجمها بالجهد اللازم لتعديل اتجاه أشرعتها. بل يمكن أن يشيد الهيكل الرئيسي للطاحونة من الطوب أو الحجر وبارتفاع عدة طوابق. فالطواحين الهوائية أصبحت بنايات قائمة وليست آلات ميكانيكية فحسب. كما أن رفع الأشرعة إلى مستويات أعلى يؤدي إلى إمكانية زيادة مساحتها، وبالتالي زيادة القدرة الناتجة. اتسعت طواحين الهواء لتضم ،إلى جانب هيكل الطاحونة، مكاناً لمعيشة العامل وأفراد أسرته ومكاناً لعملهم مع تخصيص بعض الطوابق لأغراض محددة من مثل التخزين والطحن وتصريف النخالة والقشور، الناتجة عن عملية طحن الدقيق، والوزن والتكييس.

تواريخ مفصلية

605 تشغيل طواحين الهواء عمودية المحور لأول مرة في بلاد فارس.

القرن الثاني عشر ظهور المطاحن ذات السواري في أوروبا لطحن الحبوب.

1414 استخدام طواحين الهواء لتجفيف الأغوار في هولندا.

القرن السادس عشر إدخال تقانات طواحين الهواء إلى العالم الجديد.

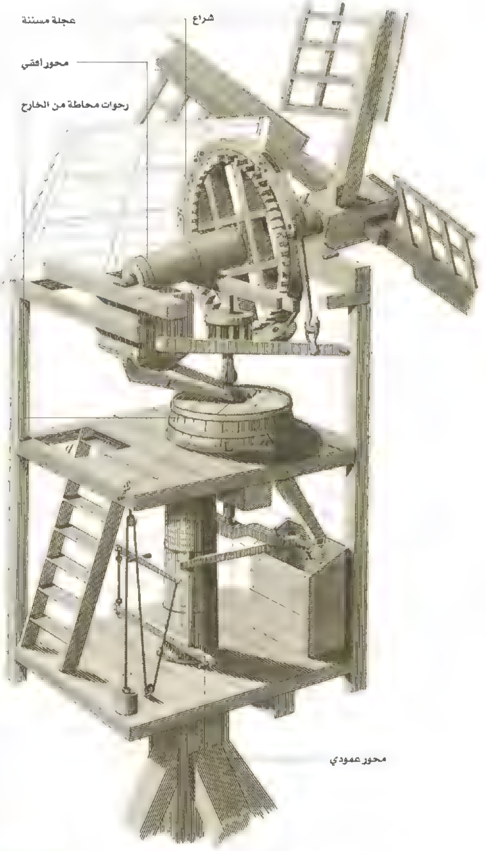
1772 اختراع الأشرعة ذات النوابض.

1852 تسجيل براءة اختراع طاحونة هاليدي.



◄ الطاحونة الإغريقية التقليدية المبنية نموذج للطواحين الأولى المثبتة بالصخور. توضع الأشرعة باتجاه يقابل النسمات الساحلية السائدة، ويمكنها العمل عندما تهب الرياح في هذا الاتجاه فقط.

انظر أيضا الطاقة المائية **2**: 36-37؛ التوربين المائي **6**: 12-13



▲ نموذج لطاحونة أوروبية ذات سارية. يمكن إدارة الهيكل الخشبي لتكون الأشرعة في اتجاه النسيم. تقوم عجلة مسننة في الداخل بتحويل الحركة الدورانية الأفقية لمحور الأشرعة إلى قوة تعمل على إدارة رحى طحن كبيرة تدور حول محور رأسي.

صنعت أشــرعة طواحــين الهواء في البداية من شــجر القنب وثبتت على إطارات خشــبية. وعندما تشــتد الرياح تلف الأشــرعة على بعضها جزئياً أو تنزع من الإطار عند عدم استعمال الطاحونة. في عــام 1772 اخترع مصمم المطاحن الإســكتلندي أندرور ميكل (1719 – 1812) الأشــرعة ذات النوابــض مصنوعة من شــرائح من الخشــب ملتحمة مع بعضها بواسطة نوابض عند هبوب الرياح القوية يؤدي الضغط إلى فتح الشــرائح الخشــبية الخفيفة وبذلك تقل مقاومة الشــراع للهواء. أدى اختراع هذه الأتمتة (الميكنــة) الذكية إلى التأكد من ثبات ســرعة دوران الأشــرعة وســمحت بعمل الطاحونة بشكل آمن عند هبوب الريــاح القوية أو حتى العاتية. في عام 1807 اختــرع المهندس الإنجليزي وليــام كيوبت (1785 – 1861) طريقة لتعديل اتجاه الأشرعة، وبالتالي تغيير سرعتها، خلال دورانها. وبتحكم عامل الطاحونة في سرعة إدارة الأشرعة توفرت وسيلة لإنتاج أنواع أجود من الدقيق.

اقتصرت الاستخدامات الأولى لطواحين الهواء على إثنين: ضخ الميــاه وطحن الحبوب. وأكثر بقاع الأرض حاجة إلى هذين الاستخدامين هي هولندا، فبفضل عمل آلاف طواحين الهواء على مدار الساعة بقيت الأراضي الزراعية المنخفضة عن سطح البحر جافة. وفي نهايات القرن الســادس عشــر ميلادي أدى اختراع العمود المرفقي إلى اســتخدام طواحين الهواء لتزويد مناجر الخشب بالوقود اللازم لعملها. كما أن المخترع الأمريكي من ولاية أوهايو تشــارلز برش (1849 – 1929) اســتخدم طواحين الهواء لتوليد الطاقة الكهربائية.

أدخل المستوطنون الأوروبيون خــلال القــرن الســادس عشر طواحين الهواء إلى العالم الجديد. وكــان لطاحونــة هــاليــدي، التي سجلت براءة اختراعها للميكانيكي الأمــريكي دانيــال هــاليــدي عام 1854، دوراً لا يقــدر بثمن في استيطان الغرب الأمريكي. تميزت طاحونة هاليدي بوجود زعنفة في ذيلها تسمح للأشرعة بالتحرك آليا لمقابلة اتجاه الرياح. ومازالت الآلاف مــن مطاحــن هــاليــدي تستخدم لضخ المياه الجوفية لسقي الماشية في جميع المناطق الريفيــة فــي الــولايــات المتحدة وفي المناطق الريفية المعزولة في أستراليا.

▼ منذ منتصف القرن التاسع عشر استخدمت طواحين هاليدي في المناطق المعزولة لضخ المياه الجوفية من مكامنها إلى سطح الأرض. أدى الاختراع إلى ثورة في تربية الماشية على امتداد الولايات المتحدة الأمريكية.



من أين تأتي الرياح؟

الشمس هي المصدر الأساسي لطاقة الرياح. ترفع الطاقة الشمسية درجة حرارة الأجزاء المختلفة من سطح الأرض بقيم مختلفة. ونظراً لارتفاع الهواء الحار ينتج عن الاختلاف في درجة الحرارة اختلاف في الضغط. الرياح ليست إلا حركة كتل الهواء من مناطق الضغط العالي إلى مناطق الضغط الأقل. وكلمــا زادت فروقــات الضغــط زادت قــوة الريــاح. كمــا أن قوة واتجاه الرياح تعتمدان على شــكل ســطح الأرض. تعمــل طواحــين الهــواء بأعلــى كفاءة لها فــي المناطق ذات الرياح الســائدة القويــة. وبناء على اســتيعاب صناع الطواحين الأوائل لهذا المبدأ شــيدوا الطواحين في المناطق المنبسطة وعلى السواحل وعلى قمم الهضاب.



تطورات في الرياضيات
ADVANCES IN MATH

مع دخول أوروبا عصر التنوير (النهضة) عادت الحياة إلى الاهتمام بالعلم والتعلم. المفكرون من جانبهم عكفوا على ترجمة أعمال علماء الرياضيات السابقين، كما أن اختراع المطبعة أدى إلى توفر الكتب بشكلٍ واسع. لكن الثورة الحقيقية في الرياضيات كانت نتاج اختراع الكسور العشرية واللوغاريتمات خلال القرنين السادس عشر والسابع عشر.



▲ امضى جان نابير 20 عاماً في الابحاث التي ادت إلى نشر جداول اللوغاريتمات عام 1614.

ارتحل المفكرون الأوروبيون خلال العصور الوسطى إلى بقاع كثيرة من العالم وتعلم بعضهم اللغة العربية . ومن بين أكثرهم غزارة إنتاج في الترجمة الفيلسوف الانجليزي أدلارد من مدينة باث بإنجلترا (حوالي 1080 - حوالي 1160) الذي ترجم الكثير من الأعمال العربية إلى اللغة اللاتينية. ترجم أدلارد عام 1142 كتاب العناصر لعالم الرياضيات الإغريقي إقليدس (اشتهر حوالي 300 ق م.)، وبذلك توفرت للأوروبيين أعمال إقليدس لأول مرة. (المترجم: تمت الترجمة من النسخة العربية للكتاب). كما ترجم القوائم الفلكية للفلكي العربي أبو جعفر محمد بن موسى الخوارزمي (حوالي 780 - حوالي 850)، مستنسخاً منه النظام الهندي - العربي للأعداد أيضاً. وفي عام 1145 قام المفكر الانجليزي روبرت من مدينة تشستر بأول ترجمة لكتاب الخوارزمي *حساب الجبر والمقابلة* مدخلاً إلى اللغة الإنجليزية مفردتي الجبر «واللوغاريتم».

ورغم أن أدلارد وروبرت استخدما النظام الجديد للأعداد، بيد أن أكثر الناس حماساً لتبني هذا النظام كان عالم الرياضيات الإيطالي **ليوناردو فبوناتشي** (حوالي 1170 - 1250)، وشرح كيفية استخدامه في مؤلفه كتاب الحساب المنشور عام 1202. كما بين فبوناتشي ميزات استخدام نظام عددي تعتمد فيه قيمة الرمز على موضعه بالنسبة للرموز الأخرى. وهو أيضاً أول من أدخل علامة الخط الأفقي لكتابة الكسور (1/4 على سبيل المثال). كتب فبوناتشي في الهندسة والسلاسل العددية، بما في ذلك سلسلة تحمل اسمه تساوي فيها قيمة كل عدد (عنصر) مجموع العددين (العنصرين) السابقين له: 1، 2، 3، 5، 8، 13، 21، ... وهكذا. ولد فبوناتشي في مدينة بيزا الإيطالية وهي مركز تجاري رئيسي، ولذلك كرس جهداً كبيراً للحسابات التي تهم التجار. كان على التجار الانتظار حتى عام 1494 حين حدث اختراق علمي رئيسي مفيد لهم. ففي تلك السنة اخترع الراهب الإيطالي لوكا باشيولي سجلاً محاسبياً يتضمن قيداً مزدوجاً وشرح دفتر حساباته الجديد في كتابه كل شيء حول الحساب والهندسة والتناسب، ولذلك يعتبر باتشيولي مؤسس المحاسبة الحديثة.

كانت جميع الكتب المنشورة في الرياضيات موجهة إلى العلماء والتجار. أما أول مؤلف في الثقافة العامة في الرياضيات فهو كتاب أرضية الفنون للمفكر الانجليزي روبرت ركورد (حوالي 1510 - 58) والذي طبعت منه طبعات متتالية على مدى 150 سنة. أدخل روبرت ركورد لأول مرة رمز التساوي (=) عام 1557 بينما أدخل المؤلفون الألمان رمزي الجمع (+) والطرح (-). كان علماء الرياضيات يعبرون عن المعادلات الجبرية بالكلمات، واستخدموا مفردة *كوسا* باللاتينية *والكوس* بالألمانية للتعبير عن المتغير المجهول في المعادلة. في عام 1591 نشر السياسي الفرنسي فرانسوا فييت (1540 - 1630) كتاب مقدمة *الفن التحليلي* مستخدماً حروف العلة للتعبير عن الكميات المجهولة والحروف الساكنة لتمثيل الكميات المعلومة، مخترعاً بذلك أول علاقة جبرية يمكن لدارس الرياضيات المعاصرة تمييزها. يسمى فييت أبو علم الجبر، رغم أن الرياضيات لم تكن إلا هواية بالنسبة له. إن الإنجاز المثير لفييت هو حله الشيفرة التي استخدمها ملك إسبانيا فيليب الثاني عند اندلاع الحرب بين فرنسا وإسبانيا بينما كان فييت يخدم في جيش الملك هنري الرابع.

خلال الفترة نفسها عكف بارون ميرتشتون (قرب أدنبرة) الاسكتلندي **جون نابير** (1550 - 1617) على اختراع، وليس تشييد، أسلحة دمار رهيبة لحماية إسكتلندا من تهديدات الهجوم الإسباني. لكن الهجوم لم يقع قط واعتقد الكثير من الناس أن نابير غير متزن عقليا. وسواءٌ أكان متزناً أم لا فمن المؤكد أنه كان عبقرياً في العلوم الرياضية. في عام 1594 صمم نابير طريقة جديدة للحساب تكتب فيها الأعداد كأساسٍ مرفوع إلى أس (2^2=4 مثلاً). بهذه الكيفية تصبح عمليات الضرب عمليات جمع للأسس ($2^2X2^3=2^5=32$)، كما إن عمليات القسمة تأخذ شكل طرح الأسس ($2^2 \div 2^3 = 2^{-1} = 0.5$). أطلق نابير مسمى «اللوغاريتمات» على التعبير الأسي للأعداد، وتعني مفردة اللوغاريتم الأعداد المتناسبة، ونشر جداول لها عام 1614 وضع الأعداد فيها بتعبير أسي أساسه العدد 2.71828 في عدد لامتناه من الكسور العشرية وعبر عن هذا العدد بالرمز e.

مازال استخدام اللوغاريتمات النابيرية، أو «الطبيعية»، سائداً حتى يومنا الحالي، لكن أستاذ الهندسة بجامعة أكسفورد و صديق نابير **هنري برجز** (1561 - 1630) اقترح عليه استخدام العدد 10 أساساً للحسابات بدلاً من العدد e مبيناً أن ذلك يؤدي إلى سهوله أكبر في الحسابات، وبذلك فإن log 10 = 1 و log 1 = 0. اخترع برجز اللوغاريتمات «العامة»، ونشر عام 1624 جداول لها من العدد 1 إلى العدد 100,000. كما أن برجز اخترع الطريقة الحديثة للقسمة المطولة. (المترجم: تسميه اللوغاريتمات ذات الأس

تواريخ مفصلية

1142 ترجمة كتاب العناصر لإقليدس (من العربية) إلى اللاتينية.

1145 ترجمة كتاب الخوارزمي كتاب الجبر والمقابلة إلى اللاتينية.

1202 نشر كتاب فيوناتشي الحساب شارحاً فيه استخدام النظام الهندي - العربي للأعداد.

1494 مسك الدفاتر باستخدام القيد المزدوج.

1543 ظهور أول كتاب أوروبي في الثقافة العامة في الرياضيات، أرضية الفنون.

1585 الكسور العشرية.

1591 استخدام الحروف للتعبير عن الكميات في المعادلات الجبرية.

1594 استحداث اللوغاريتمات «الطبيعية».

1614 نشر جداول «اللوغاريتمات الطبيعية».

1617 اختراع «عظام» نابير.

1619 إدخال النقطة العشرية.

1622 اختراع المسطرة المنزلقة.

1624 نشر جداول اللوغاريتمات «العامة».

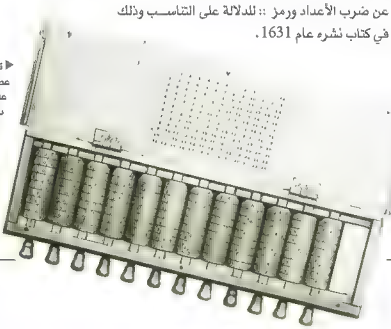


▲ تبين اللوحة المرسومة عام 1495 الراهب الإيطالي لوكا باتشيولي (وسط) أمام طاولة عليها بعض الأدوات الهندسية بما في ذلك بوصلة وشكلاً ثنعشريا (له 12 ضلعاً). يشرح باتشيولي لطلابه نظرية من نظريات إقليدس بينما يتفحص جسماً زجاجياً متعدد الأضلاع.

e بالطبيعية نتجت عن اتخاذ العديد من الظاهرات الطبيعية شكلاً أسيا أساسه العدد e. من أمثلة ذلك انحلال أنوية العناصر المشعة وتكاثر البكتيريا في بيئة عفن ومن ثم موتها بسبب فضلاتها السامة وزيادة عدد السكان على سطح الكرة الأرضية ونقص الغذاء والكثير من الظاهرات الأخرى. أما إطلاق مسمى العامة على اللوغاريتمات ذات الأساس العدد 10 فقد جاءت التسمية في الغالب بسبب استخدامنا الشائع للنظام العشري).

أدخل الفيزيائي والمهندس وعالم الرياضيات الفنلندي **سايمن ستيفن** (حوالي 1548 - 1620)، ويعرف أيضا بلقب ستيفينوس، التمثيل العشري للأعداد بصورة جزئية في علم الرياضيات. لكن لم يكن مقدراً استخدام الكسور العشرية إلا بعد 30 عاما عندما استحدث جون نابير الفاصلة العشرية.

في حماسه لتسريع العمليات الحسابية أضاف نابير إلى سجله اختراعاً ثالثاً عام 1617، وسمي الاختراع الجديد «عظام» نابير أو قضبانه. لم تكن العظام أو القضبان إلا أعواداً مستقيمة حفرت على كل منها جداول ضرب الأعداد. وللقيام بالعمليات الحسابية يقوم المستخدم بترتيب القضبان على شكل شبيكة ليظهر جواب مسألة حسابية طويلة على شكل عملية جمع بسيطة. وفي نسخة معدلة لاحقة ثبتت 12 أسطوانة «عظام» قابلة للتدوير داخل صندوق. اخترع عالم الرياضيات الانجليزي وليام أوترد (1574 - 1660) عام 1622 المسطرة المنزلقة التي استمر استخدام المهندسين والعلماء لها حتى زمن اختراع الحاسبات الإلكترونية في نهايات القرن العشرين. تتكون المسطرة المنزلقة من مسطرتين معلمتين بعلامات تبعاً لمقياس لوغاريتمي، مما يمكن المستخدم من القيام بالعمليات الحسابية بجر أحداهما لتتقابل أرقام العملية الحسابية المعنية ومن ثم قراءة الناتج على المسطرة نفسها. كما أن أوترد أدخل الرمز × للتعبير عن ضرب الأعداد ورمز :: للدلالة على التناسب وذلك في كتاب نشره عام 1631.



▶ تتكون «عظام» نابير من عصي خشبية أو عظام محفور عليها جداول الضرب. وفي نسخة منقحة، كالمبينة، استخدمت قضبان أسطوانية. تحول الأداة عمليات الضرب والقسمة المعقدة إلى عمليات جمع وطرح بسيطة.

علم الفلك والرياضيات ASTRONOMY AND MATH

1175 يترجم المفكر الإيطالي جيراد الكريموني (1114 – 1187) من العربية إلى اللاتينية كتاب **بطليموس** (حوالي 100 – 170) الأعظم (الماجسـت أو الماجسطي). كما يترجم من العربية إلى اللاتينية أعمال عددٍ من الفلكيين وعلماء الرياضيات بما في ذلك مؤلفات الفيلسوف والطبيب الفارسي **ابن سينا** (980 – 1037).

1181 يوثق الفلكيون الصينيون واليابانيون ظهور مستعر أعظمي جديد يبقى مضيئا لمدة 183 يوما.

1200 يدخل علماء الرياضيات الصينيون رمز الصفر في نظامهم العددي.

1202 يشرح عالم الرياضيات الإيطالي **ليوناردو فبوناتشي** (حوالي 1170 – 1250) في مؤلفه *كتاب الحساب* السلسلة الحسابية المعروفة باسمه، يساوي فيها كل عدد (عنصر) مجموع العددين (العنصرين) السابقين له. كما يشرح كيفية استخدام النظام الهندي – العربي للأعداد.

1217 يترجم المفكر الاسكتلندي **مايكل سكوت** (حوالي 1175 – حوالي 1235) من العربية إلى اللاتينية كتاب علم الفلك للفلكي العربي نور الدين ابن إسحق البتروجي (توفي 1204) الملقب باسم البتراغوس باللاتينية، وبذلك يدخل المفاهيم العلمية والفلسفية ***لأرسطو*** (384 – 322 ق.م.) في علم الفلك الأوروبي. كما يقوم بترجمة أعمال أرسطو من مصادرها الأصلية مباشرة.

◄ كان فيبوناتشي، يعرف أيضا بلقب ليوناردو من بيزا، من أوائل علماء الرياضيات الأوروبيين المهمين.

العلوم الطبيعية والحيوية PHYSICAL AND LIFE SCIENCES

1180 ينشر الطبيب الإيطالي روجر من ساليرنو كتاب ممارسة الجراحة، وهو أول كتاب أوربي مكرس كليا للموضوع.

1193 يترجم المفكر الإيطالي بيرغوندو من بيزا من الإغريقية إلى اللاتينية المؤلفات الطبية للطبيب الإغريقي **غالن البيرغامومي** (حوالي 129 – حوالي 219). ويصبح لهذه الترجمة الأثر الأبلغ على ممارسة الطب للقرنين التاليين.

1205 بدء زراعة القمح الأسود بديلاً للقمح رباعي السنابل والشعير والشوفان لدى المزارعين الأوروبيين.

1220 تأسيس عدد من الجامعات في أوروبا خلال هذه الفترة تقريبا، من بينها جامعات بادوا (1222) ونابولي (1224) وتولوز (1229) وكيمبردج (1231) وروما (1244).

التكنولوجيا TECHNOLOGY

1117 بدء تشييد الجسر الصخري ذي الأقواس على نهر أفجنو في فرنسا (اشتهرت المدينة من خلال أغنية شعبة تحمل مسمى النهر). تم افتتاح الجسر عام 1184.

1180 يبدأ صناع السفن الغربيون بتثبيت دفة تحكم في مقدمة السفن بدل مجاديف التحكم على الجوانب.

1180 ينشر المفكر الانجليزي الكساندر نيكام (1157 – 1217) كتاب حول الأشياء الطبيعية، ويتضمن الكتاب أول إشارة في العالم الغربي إلى البوصلة المغناطيسية.

1185 يخترع الصناع الصينيون المنشار الدائري الدوار (لقطع حجر اليشب أو اليشم، وهو نوع من أنواع الأحجار الكريمة).

1189 بدء تشييد جسر ماركو بولو على نهر يونغدنغ في الصين، يبلغ طول الجسر 770 قدماً (235 م) ومازال قائماً حتى اليوم.

1205 يطور صناع الحديد في كاتالونيا بإسبانيا كير الحدادة المعروف بكير كاتالان. يدفع الكير جبهة هوائية داخل أفران الصهر (يعتبر مقدمة فرن الصهر العالي).

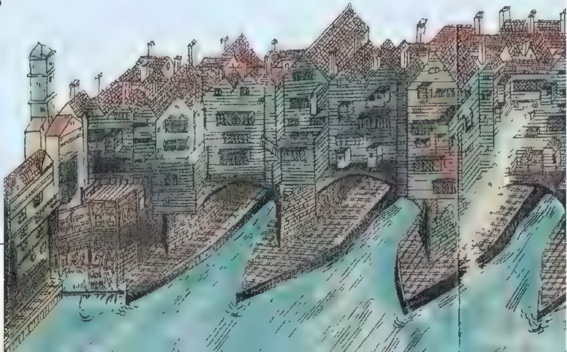
1209 الانتهاء من تشييد جسر أولد لندن ذي العشرين قوسا على نهر التيمز. صمم الجسر بيتر دي كولتشيرتش (توفي 1205) واستغرق تشييده 33 عاما وبقي لمدة 600 عام بعد ذلك. بلغ عرض الطريق عليه 20 قدماً (6 م) وطوله 300 قدم (274 م) واحتوى بوابات وقناطر متحركة وكذلك بيوتاً للإيجار لتوفير المال لصيانته.

1209 يشيد المهندسون الإيطاليون قناة مائية للري بطول 31 ميلاً (50 كم) تمتد من قرب مصب نهر تيسوني على بحيرة ماجيور حتى ضواحي مدينة ميلانو. وفي عام 1269 تم توسعة القناة لتكون صالحة للملاحة وسميت نافجيليو غراندي (القناة الكبرى).

1220 إعادة بناء الهيكل الرئيسي لكاتدرائية تشارتري في فرنسا على إثر حريق عام 1194 الذي دمر الكاتدرائية بأكملها باستثناء الواجهة الخارجية الغربية من المبنى الأصلي.

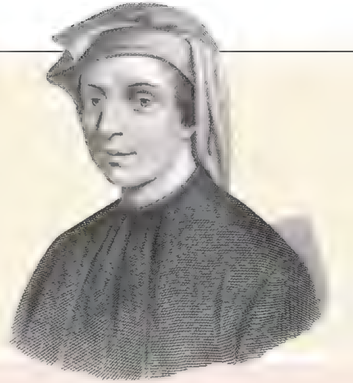
1220 تستخدم الحربية الصينية قنابل بارودية ذات حافظة تتناثر عند انفجارها فيما يشبه الشظايا. وفي حدود هذا الوقت يستخدمون الطائرات الورقية لنقل الرسائل عبر خطوط الأعداء.

1225 يضع المعماري والبناء الحاذق الفرنسي فيلار دي هونيكر (أشتهر 1225 – 35) تصاميم مفصلة لآلات عدة من بينها آلة لنشر الخشب تعمل بطاقة المياة.



بدأ تشييد جسر لندن القديم في أوائل العصور الوسطى واكتمل بناؤه عام 1209. شيد على جانبي الجسر صفوف من المنازل والمحلات التجارية التي انهار بعضها في حالة مزرية، وانتشرت نتيجة لذلك الأغنية الشعبية «لندن برج إز فولنغ داون» (جسر لندن يتهاوى).

انظر أيضا العلوم العربية 2: 38-39؛ تطورات في الرياضيات 3: 10-11؛ القصور والجسور 3: 14-15



علم الفلك والرياضيات ASTRONOMY AND MATH

1225 يناقش عالم الرياضيات الإيطالي **ليوناردو فبوناتشي** (حوالي 1170 – 1250) معادلة دايوفانتين من الدرجة الثانية (سميت نسبة إلى عالم الرياضيات الإغريقي دايوفانتوس) وذلك في مؤلفه كتاب الأعداد المربعة.

1225 يستخدم العالم وعالم الرياضيات جوردانوس نيموراروس في كتابه الحساب أحرفاً للترميز إلى الكميات المتغيرة (مثلما نفعل اليوم في الجبر الحديث)، وذلك بدلاً من التوصل إلى نتائج معينة من خلال أمثلة عددية.

1240 ينشر عالم الرياضيات الانجليزي **يوهانز دي ساكروبوسكو**، معروف أيضا بجون هوليوود وكذلك جون هاليفاكس، (توفي حوالي 1256)، في الأشكال الكروية للعالم، ويصبح المؤلف الكتاب المعياري لتدريس علم الفلك للقرون الأربعة التالية. وفي عام 1243 يدخل الأرقام العشرية إلى إنجلترا.

العلوم الطبيعية والحيوية PHYSICAL AND LIFE SCIENCES

1125 ينشر العالم وعالم الرياضيات جوردانوس نيموراروس كتاب عناصر تبيان الأوزان يشرح فيه كيفية حساب الإزاحة الناتجة عن الروافع. (المترجم: المقصود هنا حساب مردود أو كفاءة الرافعة).

1240 تصدر الإمبراطورية الرومانية المقدسة مرسوماً يقضي بالسماح بتشريح الجثث البشرية.

1240 يصنف الطبيب العربي ابن البيطار 1400 عقار طبي في كتابه الجامع لمفردات الأدوية والأغذية.

التكنولوجيا TECHNOLOGY

1227 يعود الفنان الياباني كاتو شيروازيمون (1169 – 1249) من رحلته إلى الصين حاملاً أسرار صناعة الفخار عالي الجودة (الخزفيات) ويؤسس مركزا لهذه الصناعة في مدينة سيتو يستمر في الإنتاج لعدة قرون.

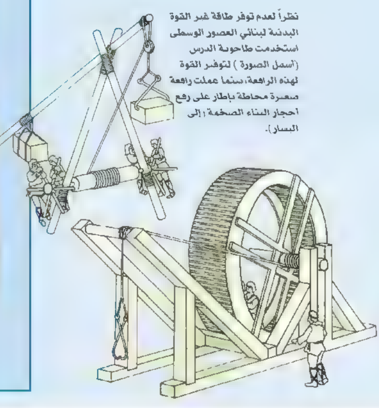
1242 يصف العالم والفيلسوف الانجليزي **روجر بيكون** (حوالي 1214 – 92) بشكل تفصيلي كيفية صناعة البارود.

تعتبر كاتدرائية تشارتري واحدة من أفضل أمثلة العمارة الجوثية. وخلال إعادة بنائها، على إثر حريق عام 1194، أصبحت من أوائل المباني التي استخدمت فيها بشكلٍ كبيرٍ دعامات الكتف المصممة عام 1129. دعمت الأكتاف الوزن الهائل للقباب (كانت قبة الكاتدرائية في وقتها أعلى قبة في فرنسا. كما أدت إلى إمكانية وضع النوافذ عند مستويات أدنى. وسمح ذلك للرسامين ومن يقومون بصقل الزجاج وضع مجموعة كاملة من 200 نافذة لتُغمر الكاتدرائية من الداخل بالضوء. انتهى العمل بالهيكل الجديد عام 1220، وكرست الكاتدرائية للعبادة عام 1260.

كان استخدام الآلات الميكانيكية مهما وحاسما، وبخاصة فيما يتعلق برفع الكتل الصخرية الكبيرة ووضعها في أمكانها المفترضة تماما. ولذلك كانت الرافعة وطواحين الدرس أهم الآلات الميكانيكية في أعمال البناء، ويعتقد أن ابتكار هاتين الآلتين كان خلال القرن الثاني عشر.



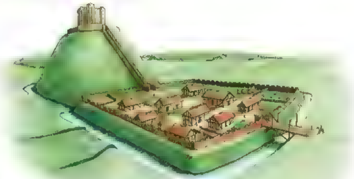
نظراً لعدم توفر طاقة غير القوة البدنية لبنائي العصور الوسطى استخدمت طاحونة الدرس (أسفل الصورة) لتوفير القوة لهذه الرافعة، بينما عملت رافعة صغيرة محاطة بإطار على رفع أحجار البناء الضخمة (إلى اليسار).





القصور والجسور
CASTLES AND BRIDGES

لم يكن وجود مستوطنات محصنة أمر غريباً حين غزا النورمانديون بريطانيا عام 1066. لكن، وخلال فترة وجيزة بعد الغزو، انتشرت الحصون المنيعة بشكلٍ غير مسبوق في أرجاء البلاد. واستمر تشييد القصور والجسور المحصنة في أوروبا حتى القرن الرابع عشر.



▲ يحتوي قصر الدغل والفناء المسور على جزءين رئيسيين. الجزء الأول هو الدغل وهو هضبة ترابية ينصب على قمتها برج خشبي، والجزء الثاني هو الفناء وهو مساحة أكبر تقع على أعتاب الهضبة محاط بسياج (في العادة من الأوتاد الخشبية). ويسكن أهل القصر في الفناء.

تواريخ مفصلية

1075	تشييد البرج الدائري لقصر وندسور.
1080	تشييد البرج الأبيض (برج لندن).
1142	فرسان القديس جون في قصر الفرسان بسوريا.
1184	جسر أفنجنو.
1198	قصر جالار.
1209	برج لندن القديم.
1322	قصر كارنافون.

القصر مكان محصن. شيدت القصور في الأصل لتكون قلاعاً حصينة للملوك والنبلاء وملاكي المناطق المحيطة بها، وصممت لتشرف على الأراضي الممتدة من ناحية ولتكون منيعة إلى أكبر درجة يمكن للبنائين بلوغها من ناحية أخرى. ومع تقدم صناعة السلاح للهجوم على القصور وحصارها زادت الجدران سماكة وارتفاعا. كما توسعت القصور مساحة لتتسع لساكنيها والإمدادات اللازمة لإدارتهم واستدامة بقائهم.

كان على وليام النورماندي وجيشه عند غزو إنجلترا عام 1066 التغلب على مقاومة الأهالي القاطنين في قصور ذات طراز منتشر في أوروبا. في هذا الطراز تشيد القلعة الخشبية أو الحجرية على ربوة مرتفعة أو وسط دغل يحيط به خندق. وعلى أعتاب الربوة أو الدغل تنبسط منطقة تسمى جناحاً يسور بأوتادٍ خشبية قوية (المترجم: أو أجراف شاهقة شديدة الانحدار أحيانا). يعرف هذا التصميم بقصور الأدغال المسورة.

استخدم النورمانديون قصور الأدغال المسورة خلال المراحل الأولى لغزوهم لبريطانيا. فقد شيدت الهضبة الترابية الاصطناعية في وسط قصر وندسور، مثلا، عام 1075. لكن النورمانديين بنوا قصوراً صخرية أيضا، إذ شيدوا البرج الأبيض رباعي الشكل في برج لندن عام 1080. تنوعت سماكة جدران القصور تبعاً لدرجة تعرضها للهجوم، وبلغت سماكة هذه الجدران في الغالب الأعم ما بين ستة إلى سبعة أقدام (1.8 – 2.1 م). يقع في وسط كل قصر في التصميم النورماندي برج محصن أو قلعة منيعة وهو أكثر أجزاء القصر منعة وتحصيناً ويعتبر ملجأ سكانه بأكملهم عند انسحابهم فيما لو تمكن العدو من اختراق الجدران الخارجية. تشتمل القلعة على أجنحة سكن مالك القصر ومكاتبه ومخازنه بالإضافة إلى بئر، كما كان القصر مجهزاً لمقاومة أي حصار طويل الأمد. وفي النماذج المتأخرة شاع تشييد أماكن السكن في الفناء المسور للقصر لتبقى القلعة خط الدفاع الأخير.

لحماية الأسوار الخارجية للقصر حفرت خنادق مائية عدة تفصل بين الواحد والآخر منها في بعض الأحيان أفنية مسورة بأوتاد خشبية. وعلى سبيل المثال، يحيط بقصر جالار بفرنسا على نهر السين بين مدينتي رون وباريس في فرنسا ثلاثة أفنية مسورة. يفصل الفناء الداخلي بين الخندقين الداخلي والخارجي للقلعة، ويفصل فناء آخر بين الخندق الخارجي وأسوار القصر الخارجية، بالإضافة إلى فناء ثالث يحيط بالسور الخارجي من جهة وبخندق خارجي من الجهة الأخرى. ولزيادة منعة القلعة صممت الأفنية على استقامة واحدة بحيث لا يتمكن الغازي من الوصول إلى القلعة إلا بعد احتلاله الأفنية الثلاثة كلها. شيد ملك إنجلترا ريتشارد الأول (1157 – 99) قصر جيلار ما بين عامي 1196 و 1198 واعتبر في وقتها أكثر قصور أوروبا منعة.

امتدت الجسور المتحركة على الخنادق المائية وكانت مداخل الجسور والقصور محمية بجدرانٍ خارج الأسوار الخارجية للقصر ويعتبر خط دفاع أمامي. وعند رفع الجسر المتحرك تنزلق شباك تحصين لتسد المدخل. تصنع شباك التحصين من الخشب والحديد المسنن بحيث تنزلق الأسنان داخل فجوات في جدار البوابة.

يعتبر القصر المنيف دليل عز، إذ يعكس ثراء وسطوة المالك للناظر إليه من بعيد. شيد ملك إنجلترا إدوارد الأول (1239 – 1307) بعد إخضاعه الويلزيين لحكمه خلال عامي 1282 – 1283 ستة قصور لسكنى قواته من ناحية وكدليل قوته للسكان المحليين من ناحية أخرى. ومازال قصر كارنارفون المشيد بين عامي 1283 و1322 قائما حتى اليوم.

تميزت العصور الوسطى بالحملة الصليبية على الأراضي المقدسة. شيد الصليبيون عدداً من القصور هناك من أكثرها مهابة قصر كراك دي شيفالييه (قصر الفرسان) في قلعة الحصن بسوريا. سيطر القصر على المعبر الرئيسي الذي يربط البحر الأبيض ومدن حماه وحمص الواقعتين على ضفاف نهر العاصي. يحمي القصر جداران: داخلي وخارجي ويمكنه إيواء كتيبة من 2,000 جندي. شيد القصر فرسان القديس جون ويعرفون بالفرسان الإسبارطيين، (المترجم: فرقة نخبوية من فرق الجيش الصليبي تأسست في القرن الثاني عشر وتعرف أيضا بفرسان الهيكل المقدس) وصمموا فيه من عام 1142 حتى هزيمتهم على يد السلطان بيبرس الأول عام 1271).



◀ حل تصميم القلاع الصخرية محل قصور الدغل والأفنية. وساعدت الجدران الشاهقة على منع المهاجمين من تسورها والوصول إلى فتحاتها المخصصة لإطلاق القذائف.

انظر أيضا الطرق والقنوات الرومانية 2: 22-23؛ الراجمات القديمة 2: 26-27



▲ يمتد جسر بونت فالينترى مسافة 450 قدماً (138 م) على نهر لوت في جنوب فرنسا ويضم الجسر ستة أقواس وثلاث قلاع حصينة.

مع ازديـاد القصـور حجماً وتحصنـاً تطـورت الراجمات والقذائـف المصممـة لمهاجمتها. وفي نهاية المطـاف بلغت قدرة البنادق حداً مكنهـا من تحويل أي جدار ركاماً متناثراً. ففي عام 1494 جاسـت القوات الفرنسـية الأراضي الإيطالية مستخدمة قذائف يمكنها تحطيم أي قصر أمامها. وبشـكل تدريجي تلاشى نمط بناء القصور الدفاعية ليحل محله أسـلوب تشـييد قصور يظهر ملاكهـا عظمتهم من خلالها ويسـتمتعون بالحياة المرفهة فيها.

تقع غالبية المدن على مقربة من الأنهار، ومع توسعها امتدت لتحتل ضفتيها. ولذلك شيدت الجسور للربط بين جزئي المدينة. بيد أن العديد من الجسـور التي شيدت خلال العصور الوسطى كانت لأغراض أخرى أيضا. اعتبر بعض الجسور حصوناً دفاعية مثل جسـر بونـت فالينتري على نهر لوت بمدينـة كاهور جنوبي فرنسـا. بدأ تشييد جسـر بونت فالينتري عام 1308 واستكمل بنـاؤه ما بين عامي 1355 و1378. وتنتصب على الجسـر ثلاثة أبراج تتحكم في عدد العابرين عليه.

احتوت بعض الجسـور الأخرى محـلات تجارية ومصليات ومكاتـب لتحصيل الرسـوم علاوة على أبنية أخرى تشـيد على امتداد الجسـر. ومازال مصلى القديس بنيزيت حيث يضم رفاته أيضا على جسـر أفجنو قائما حتى اليوم. وقد شيد الجسر بين عامي 1177 و 1184 تحت الإشـراف المباشر للقديس بنيزيت، وتوقف اسـتخدامه عام 1680. يعتبر جسـر أوولد لندن (لندن القديم) أول جسـر صخري شيد هيكل أساساته في مجرى مائي عالـي الموج – نهر التيمز. شـيد الجسـر ما بـين عامي 1176 و1209 وشـيدت البيوت والمحلات التجارية على امتداده ليبقى قيد الاستخدام لأكثر من 600 سنة.

▼ شيد الملك الانجليزي إدوارد الأول قصر كونوي في ويلز كأحد الحصون الرئيسة في «حلقته الحديدية» للسيطرة على الويلزيين. وبدلاً من تصاميم الحماية الشائعة ببناء جدران دائرية متحدة المركز ارتفع هيكل القصر من صخرة طبيعية ضخمة وضمت جدرانه السميكة سته أبراج كبير.

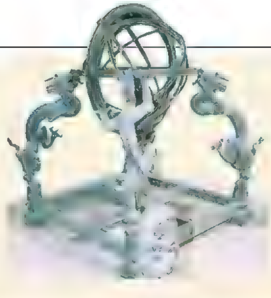




▲ يجثم حصن الفرسان في سوريا على جبل في منطقة عاتية الرياح. ويتميز الحصن بجوانب ثلاثة شديدة الانحدار، وشيد لحماية الغزاة الصليبين من أهالي المنطقة.

علوم الفلك والرياضيات ASTRONOMY AND MATH

1262 يصمم ويشيد الفلكي العربي نصير الدين الطوسي (1201 – 1274) مرصداً كامل التجهيزات في مدينة مراغة (قرب بغداد) يحتوي على آله ذات الربع بقطر يبلغ 12 قدماً (36 م). (المترجم: آله ذات الربع هي آله فلكية تستخدم في الفلك والملاحة لقياس الارتفاعات وتتكون من قوس يقسم إلى 90 درجة). ينشر الطوسي بعد إثني عشر عاما جداول فلكية غاية في الدقة.



1270 يشيد الفلكي الصيني كو شو – تشنغ (1231 – 1316) آلة المحلقة الكروية مثبتة على حاضن إستوائي ويسميها «الأداة المبسطة». (المترجم: المحلقة أو ذات الحلق آله فلكية مؤلفة من حلقات تمثل الدوائر الرئيسية في الكرة السماوية).

شيدت الكرة المحلقة (أو ذات الحلق) عام 1270 في مرصد دكين في الصين.

العلوم الطبيعية والحيوية PHYSICAL AND LIFE SCIENCES

1250 يعزل الراهب والمفكر والكيميائي الألماني الدومانيكي ألبرتوس ماغنوس (1193 – 1280) الزرينغ.

1260 يصف الطبيب العربي ابن النفيس الدورة الدموية الرئوية أو الدورة الدموية الصغرى (الدورة الدموية لنقل الدم من القلب إلى الرئة ومن ثم عودته إلى القلب مرة أخرى).

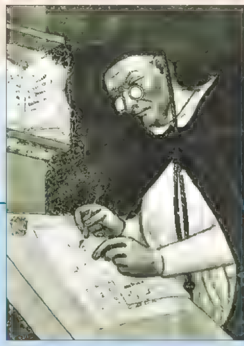
1267 يصف العالم والفيلسوف الإنجليزي **روجر بيكون** (حوالي 1214 – 1292) في مؤلفه *العمل العظيم التكبير بواسطة العدسات المحدبة* ويقترح استخدام العدسات المكبرة لتصحيح «النظر الضعيف».

1269 اكتشاف وجود *«أقطاب مغناطيسية»* على طرفي المغناطيس تؤثر على إبرة البوصلة ويظهر ذلك لأول مرة في كتاب رسائل حول المغناطيسات للعالم والجندي الفرنسي بيتروس بيريغرينوس (يسمى أيضا بيتر الحاج أو بيتر دي ماركورت).

1276 ينشر رجل الدين الإيطالي جليس الروماني (توفي 1316) كتاب حول *تكون الجسد في الرحم* يصف فيه دور كل من الوالدين في النسل.

1284 تشييد مشفى مارستان منصوري في القاهرة بمصر بناء على أوامر السلطان المملوكي قولون (حكم في الفترة 1279 – 90). ويتميز المشفى بوجود أجنحة منفصلة للأمراض المختلفة.

1286 اختراع النظارات الطبية في حوالى هذه الفترة في إيطاليا. يعزى الاختراع غالباً للطبيب الإيطالي سالفينو دغلي أرماتي.



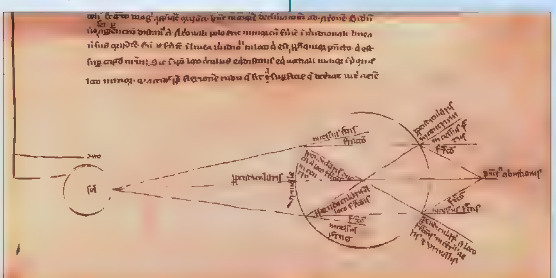
تظهر الصورة راهباً دومينيكياً يلبس نظارة أنفية. الصورة مأخوذة من جدارية جصية ترجع إلى الخمسينيات من القرن الرابع عشر. النظارة من اختراع الإيطاليين عام 1286.

التكنولوجيا TECHNOLOGY

1250 يستخدم مصنعو الأسلحة في بوهيميا (جمهورية التشيك حاليا) الصفائح المقصدرة. (فولاذ مطلي بطبقة من القصدير) في صناعة الأسلحة وذلك لمنع صدئها.

1250 الانتهاء من تشييد الهيكل الرئيسي لكاتدرائية نوتردام في باريس وذلك بعد بناء برجين على الطراز القوطي على الجانب الغربي من الكاتدرائية. ويتكون كل برج من قطعة صخرية واحدة هائلة بارتفاع 223 قدماً (68 م). تستخدم أكتاف الدعم في بناء هيكل الكاتدرائية.

1255 استخدام الحمام الزاجل لنقل الرسائل في منطقة الشرق الأوسط. ويستغرق وصول الرسائل بين القاهرة ودمشق التي تبعد عنها 400 ميل (640 كم) يوماً واحدا. (استخدم نظام تبديل الحمام بين المحطات المتتابعة بين المدينتين).



لم يكن الإنجليزي روجر بيكون فيلسوفاً فحسب، بل كان أيضاً عالماً تجريبيا. ومن بين العديد من اهتماماته في هذا المجال إجراء التجارب على الضوء والعدسات، وهو حقل يعرف حاليا بالبصريات. في الشكل التوضيحي يحاول بيكون تفسير آلية التكبير بواسطة الزجاج. وتبدو في الصورة أشعة الشمس، يرمز لها بالرمز Sol (الشمس باللاتينية)، في يسار الصور ترتحل تعبر كرة زجاجية لتنفذ إلى البؤرة في الناحية الأخرى (اليمين). ويبدو أن هدف التجربة توضيح ظاهرة إنكسار أشعة الضوء (إنحنائها بزاوية) عند عبورها من الهواء إلى الزجاج وانكسارها مرة أخرى (في الاتجاه الآخر) عند نفاذها من الوسط الزجاجي إلى الهواء. ويعزى إلى بيكون أيضاً اختراع النظارات الطبية، رغم أن الإيطاليين اخترعوها بشكل مستقل في حوالي الفترة نفسها. ومن بين إنجازات بيكون أيضا توثيقه بشكل دقيق عام 1242، ولأول مرة في أوروبا الغربية، تركيب البارود. لكن بيكون لم يقترح أي استخدام للمتفجرات، إذ لم تصنع البنادق والمدافع في أوروبا إلا بعد 50 عاما من ذلك.

انظر أيضا :الراجمات القديمة 2. 26-27؛ الطاقة المائية 2: 36-37: القصور والجسور 3. 14-15؛ ساعات الحائط والساعات اليدوية 3. 22-23؛ الأسلحة النارية والبارود 3: 24-25

علم الفلك والرياضيات ASTRONOMY AND MATH

1272 الانتهاء من وضع الجداول الفلكية لألفونسو بعد عشر سنوات من الرصد وذلك تحت إمرة الملك ألفونسو العاشر (حوالي 1221 - 1284) ملك ليون وكاستيل. وتعتبر أول جداول فلكية وضعت في أوروبا المسيحية ويعتمد عليها لعدة قرون.

1275 يترجم وليام من موربيك (1215 - 86) أعمال عالم الرياضيات والفيلسوف الإغريقي *أرخميدس* (حوالي 287 - 212 ق.م.) من اللغة اليونانية القديمة إلى اللاتينية. كما يترجم المؤلفات الطبية للطبيب الإغريقي **غالن البيرغامومي** (حوالي 129 - حوالي 216 ق.م.).

1276 ينصب الفلكي الصيني زهاو كونغ مزولة شمسية بارتفاع 40 قدماً (12 م) وذلك لحساب الوقت بدقة.

1321 يدخل عالم الرياضيات والفيلسوف الفرنسي العبري ليفي بن جرشوم (1288 - 1344) مبادئ رياضيات التباديل والتوافيق.

العلوم الطبيعية والحيوية PHYSICAL AND LIFE SCIENCES

1300 يصف الكيميائي الإسباني جبر الزائف، أو جابر الزائف، (ولد حوالي 1270) حمض الكبريتيك. استمد اسمه من اسم العالم العربي جابر ابن حيان (حوالي 721 - حوالي 803).

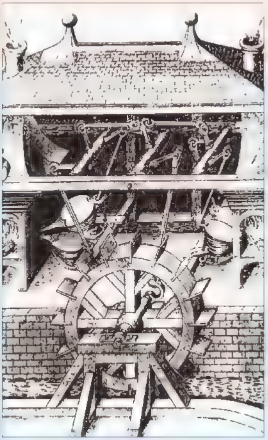
1304 يجري العالم الألماني ثيودورك من فرايبورغ (توفي 1310) تجارب على قطرات الماء لدراسة دور قطرات المطر في تكوين ألوان قوس قزح. ويكتشف ظهور طيف الألوان نتيجة لانكسار الضوء ويوثق نتائجه في كتاب حول قوس قزح.

1307 بهدف التقليل من الدخان الضار الناتج عن عملية تصنيع الجص (تتم العملية بتحميص الطباشور أو الحجر الجيري) تمنع السلطات في إنجلترا استخدام الفحم في هذه الصناعة. يلجأ صناع الجص إلى استخدام الخشب بدلاً من الفحم.

1315 يكتشف رجل الدين والفيلسوف الإسباني رامون للول (حوالي 1232 - 1315) غاز النشادر وذلك طبقاً للمقولات المأثورة بهذا الصدد. يعرف أيضاً باسم راموند لولي وكذلك الطبيب إليومنتوس.

1316 ينشر عالم التشريح الإيطالي موندينو دي لوزي (حوالي 1275 - 1326) كتاب التشريح، وهو أول مؤلف غربي في الموضوع ويأخذ مكان الصدارة حتى نشر أعمال عالم التشريح البلجيكي آندريز فيسالوس (1514 - 1564).

1320 يوصي رائد الجراحة الفرنسي هنري دي مونديفيل (1260 - 1320) في كتابه الجراحة بتنظيف الجروح وخياطتها للإسراع في التئامها.



دولاب ذو دفع سفلي يدير أذرعاً ورافعات لتشغيل الكير لنفخ الهواء داخل الفرن. ظهر أول توصيف لتشغيل الكير باستخدام طاقة المياه عام 1323.

التكنولوجيا TECHNOLOGY

1272 اختراع آله لإنتاج الخيوط الحريرية بواسطة الميكانيكي الإيطالي بورغسانو من بولونيا.

1276 أول إنتاج لشراب الويسكي من أول مصنع تقطير في إيرلندا.

1280 يشير كتاب في الأمور العسكرية لمؤلفه السوري الحسن الرماح إلى الملح الصخري والصواريخ، مما يعني معرفته بمكونات البارود.

1288 تصنيع أول مدفع بارود بواسطة سلاح الهندسة الصيني ويطلق عليه مسمى «المفجر».

1290 تشيد شعوب أمريكا الجنوبية في مناطق جبال الأنديز جسراً كابلياً يوصل بين طرفي أخاديد عميقة.

1295 بدء العمل بآخر القصور التي بناها الملك إدوارد الأول (1239 - 1307) وذلك في مدينة بيومارس بمقاطعة أنجلسي في ويلز. ويعد القصر واحداً من مجموعة القصور المسماه «الحلقة الحديدية» أنشأت لقهر الويلزيين وحبسهم خلفها، لكن نقص التمويل أوقف المشروع.

1296 ينشر رجل الدين والفيلسوف الأسباني رامون للول (حوالي 1232 - 1315) كتاب شجرة المعرفة. يعالج الكتاب موضوعات عدة في العلوم التطبيقية من بينها الزراعة والبناء وتصنيع الحديد والملاحة.

1305 اختراع الساعة الزجاجية لتحديد الوقت.

1310 ينتج البرتغاليون ابتداءاً من هذه الفترة خرائط ملاحية تساعد البحارة في السفر بمحاذاة السواحل.

1313 ينشر خبير الطباعة الصيني وانغ تشين مؤلفه كتاب حول الزراعة مستخدماً في طباعته 50,000 حرف محمول منحوتة من الخشب الصلب. (استبدال حروف الطباعة الطينية بالحروف الخشبية).

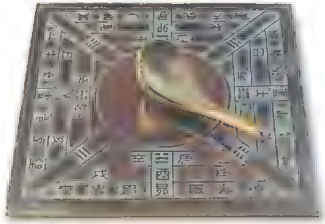
1315 يظهر رماة السهام السويسريون تفوقاً واضحاً على خصومهم من الفرسان النمساويين باستخدامهم النشابة وذلك في معركة مورغارتن التي وقعت على التضاريس الجبلية لجبال الألب. ويكررون نجاحاتهم في معركة لوبين (1339) وسمباتش (1386).

1315 يؤسس المهاجرون الإيطاليون في مدينة ليون بفرنسا صناعة غزل الحرير.

1323 ظهور أول مخطوط حول استخدام الدولاب المائي لإدارة كير الحدادة.

البوصلة المغناطيسية
THE MAGNETIC COMPASS

تكمن جذور قصة تطور البوصلة المغناطيسية في الصين. لكن فروع هذه القصة أينعت ثمارا وفيرة عند انتشارها في أوروبا خلال العصور الوسطى.



▲ صنعت أولى البوصلات في الصين والتي أسموها دليل الجنوب أو المتجه الجنوبي. استخدم الصينيون قطعة منحوتة من حجر المغناطيس لتحديد الشمال والجنوب. وقبل أن تكتشف قابلية البوصلة للمساعدة في الملاحة بمئات السنين اقتصر استعمالها على التنجيم وقراءة المستقبل.

تاريخ البوصلة تاريخ لا تنفصم عراه عن المغناطيسية. عرف الناس المغناطيسية منذ آلاف السنين عندما لاحظوا الخواص غير المألوفة لأحجار معينة أسموها حجر المغناطيس. يتميز حجر المغناطيس بغناه بمعدن المغنيت، وهو خليط من أكسيد الحديد (Fe_3O_4)، وهو بطبيعته مادة ممغنطة. وبحسب ما يذكر الكاتب الروماني بليني الأصغر (62 – 113) اكتشف راعي أغنام اسمه ماغنوس خصائص هذا الحجر عند ملاحظته التصاق الرأس الحديدي لعصاه به (ومن هنا أتت التسمية «مغناطيس»).

الأرض نفسها مغناطيس هائل. ويتولد المجال المغناطيسي للأرض عن حركة الشحنات الكهربائية وتيارات الحمل في اللب الخارجي للأرض – يتكون اللب من صهير من الحديد والنيكل. ومثلما هو الأمر مع المغناطيس البسيط فإن للأرض قطبان مغناطيسيان: الشمال والجنوب. ولو قمت بوضع قضيب مغناطيسي على سطح نثرت عليه برادة حديد لوجدت البرادة تترتب لتتخذ اتجاه خطوط المجال المغناطيسي النابعة من قطبي المغناطيس. ولذلك، وبالطريقة نفسها، يحاول الجسم الممغنط من مثل الحجر المغناطيسي أو الإبرة المغناطيسية أن يعدل اتجاهه ليصطف على خط المجال المغناطيسي للأرض.

بحلول القرن الأول الميلادي استخدم حجر المغناطيس في عدد من الأجهزة سميت دليل الجنوب (المتجه الجنوبي) والتي استخدمها الصينيون في أعمال الشعوذة. يؤدي وضع حجر المغناطيس على قاعدة مصقولة مستوية إلى تحركها لتصطف على المحور الشمالي – الجنوبي. وكان يتم تشكيل الحجر على هيئة ملعقة، وتعلم الاتجاهات الأصلية (الشمال، الجنوب، الشرق، الغرب) على القاعدة المستوية بالإضافة إلى وجود أسماء البروج ورموز أخرى يستخدمها المنجمون والمتنبؤون. ظهر ذكر مثل هذا الجهاز في كتابات الفيلسوف الصيني وانغ تشوانغ عام 83 ميلادي دون أي ذكر لاستعماله في الأغراض الملاحية.

استبدل حجر المغناطيس في البوصلة الصينية خلال القرن الثامن الميلادي بالإبرة المغناطيسية. صنعت الإبرة المغناطيسية بوضعها بمحاذاة حجر مغناطيس عالي الشدة وباتجاه خط مجالها المغناطيسي. ظهر أول مقال يصف بشكلٍ لا يقبل الشك استخدام البوصلة المغناطيسية في الملاحة عام 1086 وذلك في كتاب مقالات حوض الأحلام للعالم الصيني شن كوا (1031 – 95). وخلال بضع سنين بعد ذلك وصف الصيني تشو يو في مؤلفه حديث طاولة بينغتشو استخدام البوصلة في البحر، لكن الأداة لم تصبح أداة ملاحة متطورة حتى حلول عصر الاستكشافات الأوروبية.

مثلما هو الأمر مع الكثير من الابتكارات التي بدأت في الشرق الأقصى، يعتقد أن العرب هم من جلبوا البوصلة إلى الغرب. كان الملاحون الغربيون قبل ذلك يستعينون بالشمس أو النجم القطبي لتحديد الشمال والجنوب. وعلى الرغم من الدقة المتناهية في النتائج المستخلصة بواسطة هذا الأسلوب البسيط، بيد أنه أسلوب قاصر لا يمكن اللجوء إليه إلا في حالات السماء الصافية. وبذلك أعاقت فترات المناخ السيئ الملاحة وأدت إلى حدوث نتائج كارثية تبعاً لذلك.

هناك احتمال بالطبع أن الفايكنج استخدموا البوصلة في رحلاتهم حول شمال أوروبا في القرن الحادي عشر. لكن الإشارة القطعية الأولى لاستخدامها في الغرب تضمنها كتاب حول الأشياء الطبيعية الذي نشر عام 1180 لمؤلفه المفكر ورجل الدين الانجليزي ألكساندر نيكام (1157 – 1217).

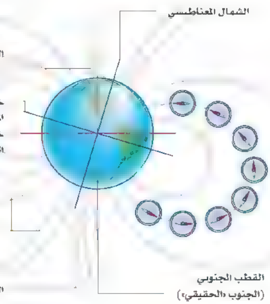
تكونت البوصلات الأوروبية الأولى من إبرة مغناطيسية مغروزة أفقياً في قشة في وضع معتدل تطفو على سطح ماء في وعاء. وفر الجهاز دقة معقولة في تحديد الشمال والجنوب، لكنه لم يكن محمولاً بسهولة من ناحية كما لم يكن يسير الاستخدام

تواريخ مفصلية

القرن الأول الميلادي	المتجه الجنوبي (حجر مغناطيسي).
القرن الثامن	بوصلة الإبرة المغناطيسية.
القرن الحادي عشر	يعتقد أن الفايكنج استعانوا بالبوصلة في الملاحة.
1250	يستخدم الملاحون الأوروبيون البوصلات المحمولة.
1269	ابتكار البوصلة المدرجة.

الانحراف المغناطيسي

لا ينطبق اتجاه الأقطاب المغناطيسية للأرض على اتجاه القطبين الحقيقيين لها (محور دوران الأرض حول نفسها). وأول من اكتشف عدم التطابق بين القطبين «الحقيقيين» والقطبين المغناطيسيين هو المستكشف كرستوفر كولومبوس (1451-1506). فقد لاحظ في رحلته غرباً إلى العالم الجديد عام 1492 اختلاف اتجاه مؤشر البوصلة إلى الشمال بعدة درجات مقارنه بما يمكن استقراؤه من القياسات الفلكية. وبعد فترة قصيرة تعلم الملاحون كيفية تعويض أثر هذه الظاهرة والذي يزيد كلما كان المرء أقرب إلى أحد القطبين الأرضيين. ومما يزيد الأمر تعقيداً عدم ثبات المجال المغنطيسي للأرض نفسها، إذ ينحرف موقع القطبين الشمالي والجنوبي للمجال المغناطيسي للأرض مع مرور الزمن، وإن بمعدل ضئيل. ونظراً لأن التغير تدريجي فيمكن التعويض عنه بسهولة عند استخدام البوصلة لنستنبط الاتجاهات الحقيقية.



انظر أيضا الملاحة البحرية 4: 36-37



في السفر من ناحية ثانية.

بحلول عام 1250 ثبتت الإبرة على مرتكز حر الحركة قابل للدوران لتطفو في مركز قطعة دائرية مُعلمة عليها الجهات الأصلية. ومع دوران الإبرة تدور القطعة الدائرية أيضا.

أول من شرح القوانين المسيطرة على المغناطيس (وبالتالي البوصلة) هو العالم والجندي الفرنسي بتروس بيريغرينوس (بيتر الحاج أو بيتر دي ماريكورت) وذلك عام 1269. وإلى جانب وصفة للأقطاب المغناطيسية طور بيتر الحاج مدرجة (قرصاً مدرجاً) توضع الإبرة في مركزها مما سمح بتحديد الاتجاهات بدقة تصل إلى درجة واحدة.

ومن التحسينات الأخرى في تكنولوجيا البوصلة تثبيت الإبرة والمدرجة داخل حافظة. استخدم الخشب والعاج في صنع الحافظات الأولى - نظراً لعدم تأثر هذه المواد بالقوة المغناطيسية المؤثرة على الإبرة. وفي نماذج متأخرة استخدم البرونز للحافظة، للسبب السابق ذاته. بدأ في القرن السادس عشر تثبيت بوصلات السفن على كرسي تحميل يقوم ذاتيا بتصحيح الأخطاء

▲ صنع البوصلة البحرية صانع البوصلات الفرنسي الشهير جوزف رو في حوالي عام 1775. وتتكون البوصلة من إبرة تطفو من نقطة ارتكاز تحت المدرجة مباشرة. وصنع الجهاز بأكمله داخل وعاء خشبي متين يمكن تثبيته على غمبل للحفاظ على المستوى الأفقي للإبرة.

ويسمى «الغمبل» وهو أداة لإبقاء البوصلة في وضع أفقي على الرغم من تمايل السفينة مع الموج.

خلال فترة وجيزة أصبح الاستغناء عن البوصلات أمراً غير ممكن. وتدليلاً على ذلك وصف الفيلسوف الانجليزي **فرانسس بيكون** (1561 - 1626) «الإبرة» عام 1594 بإحدى ثلاثة تطورات الأكثر أهمية في العالم المتحضر (الابتكاران الآخران هما البارود والمطبعة). فخلال كل سنة حمل آلاف البحارة أرواحهم على أكفهم معتمدين على كِسرٍ حديدية صغيرة مرتعشة تبين مسارات رحلاتهم. ومع مرور الزمن اكتشف الملاحون أن أبره البوصلة لا تخلو من الأخطاء، إذ يمكن أن تنحرف بوجود أجسام معينة بقربها، وبخاصة تلك المصنوعة من الحديد. كما يمكن للبوصلة في عرض البحر أن تتأثر بوجود كتل كبير من الأرض (جزر أو صخور على مقربة من السفينة)، علاوة على ذلك لاحظ الملاحون الحاجة إلى تصحيح قراءة البوصلة عند السفر شرقاً أو غرباً وذلك لتأثرها بظاهرة الانحراف المغناطيسي.

علم الفلك والرياضيات ASTRONOMY AND MATH

1328 في محاولة منه لتطوير قوانين الحركة التي افترضها **أرسطو** (384 – 322 ق.م.) ينشر رجل الدين الإنجليزي توماس براداوردن (حوالي 1290 – 1349) نظريته في كتاب التعامل مع النسب، لكن محاولاته تنوء بالفشل.

1336 تفرض السلطات في جامعة باريس دراسة الرياضيات كمقررٍ إجباري على طلبة جميع التخصصات.

1355 يطرح الفيلسوف الفرنسي **جين بوريدان** (حوالي 1300 – حوالي 58) فكرة «الحافز أو قوة الدفع» لتفسير الحركة المتواصلة للأجرام السماوية في مداراتها. وتعتبر الفكرة قريبة من مبدأ المعاوقة، وهي الخاصية المتعلقة بمقاومة الأجسام لتغيير حركتها (المترجم: القانون الأول لنيوتن).

1365 ينشر رجل الدين والفيلسوف الفرنسي نيكول أورزميه (حوالي 1330 – 1382) كتاب مدى الأشكال، وهو مؤلف يعالج مدى واسعاً من الموضوعات في العلوم الرياضية متوقعاً فيه مبادئ رياضية من مثل الهندسة التحليلية والحسبان.

العلوم الطبيعية والحيوية PHYSICAL AND LIFE SCIENCES

1333 افتتاح أول حديقة نباتية في أوروبا العصور الوسطى في مدينة البندقية.

1340 إدخال الأوزان الأفيردبويزية (الرطل والأونصة) إلى إنجلترا وفرنسا.

1346-50 يقتل الموت الأسود (الطاعون) 25 مليون شخص يمثلون حوالي ربع سكان أوروبا.



كان وباء الموت الأسود الذي حل بأوروبا في نهايات العقد الرابع من القرن الرابع عشر نوعا بابونيا من أنواع الطاعون من أعراضه المميزة ظهور بثور سوداء وحمى وتورم في أجزاء مختلفة من الجسم. انتشر المرض من خلال البراغيث التي تعشعش على الجرذان، وبالطبع لم يكن الناس حينها يعرفون ذلك. انتشر المرض بسرعة في الظروف غير الصحية التي كانت تعيشها قرى ومدن أوروبا. وعلى إثر ذلك انتشر الهلع بين الناس فدفعهم لإحراق منازلهم والهرب منها آخذين حيواناتهم معهم. قضى الوباء على ربع سكان أوروبا قبل انحساره في آخر المطاف. وخلال هذه الفترة توقفت مشاريع البناء الرئيسية للمباني والطرق، ولم يستعد السكان حياتهم إلا بعد سنوات عدة.

التكنولوجيا TECHNOLOGY

1326 ينتج صناع البنادق الأوروبيون مدفعاً لإطلاق السهام، وذلك بحسب ما جاء في كتاب المفكر الإنجليزي وولتر دي ميليميت *حول واجبات الملوك*.

1330 يخترع عالم الرياضيات الفرنسي العبري ليفي بن جرشوم (1288 – 1344) آلة العارضة المتداخلة (تعرف بعارضة يعقوب)، وهي نوع بسيط من آلات كوكبة السُدس تستخدم للمساعدة في الملاحة.

1330 يشيد صانع الساعات الانجليزي **ريتشارد الوولنغفوردي** (1290 – 1336) ساعة معقدة تدار ميكانيكياً بالأوزان لنصبها في كنيسة القديس البانز آبي بإنجلترا.

1335 ينتج صانع الساعات الإيطالي جوجليلمو زلانديني ساعة دقاقة تنصب في برج كنيسة القديس غوتاردو في مدينة ميلانو بإيطاليا.

1340 بدء تشييد الكاتدرائية القوطية الطراز ماريا غلوريوسا دي فراري في مدينة البندقية. ينتهي العمل عام 1446.

1345 يبدأ المهندسون الهولنديون استخدام طواحين الهواء لتجفيف الأراضي في مشروع استصلاحها.

1345 يشيد الرسام والمعماري الإيطالي تاديو جادي (حوالي 1300 – 1366) جسر بونت فيتشيو في مدينة فلورنسا ويعتبر من أوائل الجسور ذات الأقواس المنفصلة.

1346 يتفوق القوس الإنجليزي الطويل (المترجم: قوس طويل يطلق سهاماً تحت نتؤات مدببة على طولها) على النشابة الفرنسية في معركة غريسيه. كما يستخدم الإنجليز خلال السنة نفسها المدفع في حصار كاليه.

1348 تشييد مصنع للورق في مدينة تروي بفرنسا بناءاً على ترخيص من جامعة باريس بهدف إيجاد بديل أرخص لاستخدام البرشمان. كما يُشيد مصنع آخر عام 1354 في مدينة آيسونيه بفرنسا.



استخدم الكوريون حروفاً معدنية للطباعة قبل أن يعيد غوتنبرغ اختراعها في أوروبا.

1350 يقيم العاملون في مناجم الحديد فرناً عالياً في مدينة ليج في بلجيكا وذلك لاستخلاص الحديد من خاماته.

1364 يبتكر صانع الساعات الإيطالي جيوفاني دي دوندي (1318 – 80) ساعة فلكية وينشر وصفاً لها.

1378 يخترع صناع السلاح في أوغزبيرغ بألمانيا مواسير المدافع بصبها كقطعة واحدة من البرونز.

1379 ينشر الكاتب الإيطالي جبرائيل دي لافندي كتابا حول الشيفرات، مما يدل على شيوع استخدامها آنذاك (وبخاصة في المراسلات الدبلوماسية).

1380 إطلاق الصواريخ لأول مرة في أوروبا وذلك خلال معركة تشوغيا بين جيشي جنوا والبندقية.

1395 يستخدم الطباعون في كوريا أحرف طباعة معدنية. وفي عام 1403 أمر الملك تاوجونغ (حكم 1400 – 18) بصب حروف الطباعة من البرونز.

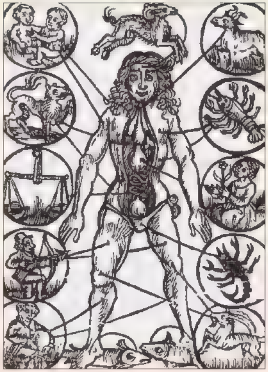
1398 تشييد قناة بطول 7.2 ميلاً (12 كم) يربط بحيرة مولن بنهر دلفانو في ألمانيا، وتتصل القناة بنهر الألب لتوفر طريقاً متعرجا بين بحر البلطيق وبحر الشمال.

انظر أيضا ساعات الحائط والساعات اليدوية 3: 22–23؛ الأسلحة النارية والبارود 3: 24–25؛ تطور الطباعة 3: 28–29؛ الملاحة البحرية 4: 36–37

علم الفلك والرياضيات ASTRONOMY AND MATH

1395 يحسب الفلكيون الصينيون طول السنة الشمسية ويقدرونها 365.25 يوما (السنة الشمسية هي الزمن اللازم لدوران الأرض حول الشمس دورة كاملة، وتقدر القيمة الحديثة 365.242 يوما).

1410 ينشر الفلكي العبري حاسداي بن إبرهيم كرسكاس (حوالي 1340 – 1412) كتاب نور الرب. ويقدم الكتاب معارضة لأفكار أرسطو بعدم وجود عوالم أخرى غير عالم الأرض.



قرنت كتب الجراحة الأولى أجزاء الجسم بالبروج الفلكية، وبذلك ربطت العلاج بالتنجيم.

1420 يبدأ الأمير التتري والفلكي والحاكم التركي لمقاطعة مافراناخر (أوزبستان حاليا) أولغو بيك (1394 – 1449) تشييد مرصد ذي ثلاثة طوابق في مدينة سمرقند. ينتج المرصد عام 1437 جداول فلكية حول 992 نجماً بعنوان زيج أولوغ بيك السلطاني.

العلوم الطبيعية والحيوية PHYSICAL AND LIFE SCIENCES

1363 يصف الطبيب الفرنسي جي دي تشوليا (حوالي 1300 – 1368) كيفية معالجة الكسور ومرض الفتاق أو الهيرنيا وذلك في مؤلفه الجراحات العظيمة.

1377 كإجراء وقائي ضد انتشار وباء الطاعون تقيم السلطات في ميناء راغوسا (ديبروفنك في كرواتيا حاليا) حجراً صحياً في جزيرة قريبة. ويفرض على المشتبه بهم الإصابة بالمرض البقاء في الحجر لمدة 30 يوما.

1391 يظهر الوصف التفصيلي لكيفية صناعة واستخدام الأسطرلاب لتحديد مواقع النجوم في كتاب *الأسطرلاب* لمؤلفه الشاعر الإنجليزي جيفري تشوسر (حوالي 1342 – 1400). يعتبر المؤلف أول كتاب في التكنولوجيا باللغة الإنجليزية.

1410 يصنع الشعب الأثيوبي القهوة من حبوب النبات البري المعروف بنبات القهوة الأثيوبي. تتعرف أوروبا على القهوة بعد 200 سنة من هذا التاريخ.

1410 ينشر الطبيب الإيطالي بينيديتو رينيو مؤلفه *كتاب الأعشاب الطبية* يشتمل على تصنيف 500 نبات طبي.

التكنولوجيا TECHNOLOGY

1400 بحلول هذه الفترة تصنع أوروبا العربات ذات العجلات الأربع المزودة بمقود تحكم مثبت على المحور الأمامي، مما يحسن أداء تغيير اتجاه الحركة مقارنه بنظام المحور الثابت.

1400 يبدأ الرسامون الهولنديون والفنلنديون استخدام الألوان ذات الأساس الزيتي بدلاً من الألوان المستخلصة من زلال البيض.

1400 يستخدم النجارون في هولندا المثقب الدوار لحفر الخشب، ويمثل ذلك أول استخدام كامل للذراع الآلية في أوروبا.

1405 إدخال شراع اللاتين المثلث على السفن الإسبانية وخلال فترة قصيرة تنتشر هذه الأشرعة في حوض البحر الأبيض المتوسط.

1414 بداية من هذه السنة يبحر أسطول الصين التجاري إلى الهند والشرق الأوسط وحتى إفريقيا باستخدام السفن الشراعية الصينية المسماة اليَنك.

1416 يستخدم الصيادون الهولنديون شباكاً عائمة بطول 460 قدماً (140 م) تسحبها القوارب لصيد الأسماك في بحر الشمال.

1420 نشر دليل لمستخدمي البنادق في ألمانيا بعنوان *كتاب الألعاب النارية*، ويصبح كتاباً معياريا لقرنين من الزمن.

1420 يبدأ المعماري الإيطالي فليبو برونيليشي (1357 – 1446) الإشراف على بناء قبة كاتدرائية فلورنسا بإيطاليا مستخدماً حماية مزدوجة حتى يصبح أقل ما يمكن وزناً. وعلى الرغم من ذلك تزن القبة 41,000 طن (34,000 طن متري).



تم الانتهاء من تشييد قبة برونيلشي العظيمة في فلورنسا عام 1434، لكن العمل استمر في المبنى حتى وفاته عام 1446.



ساعات الحائط والساعات اليدوية
CLOCKS AND WATCHES

تعتبر ساعة الظل أول أداة لتحديد الوقت استخدمها قدماء المصريين في حوالي عام 3500 ق.م. تتكون ساعة الظل بشكل أساسي من عصا تثبت أفقياً على سطح الأرض ويدل موضع الظل الذي تصنعه على الوقت والذي يتغير موضعه خلال النهار مع الحركة الظاهرية للشمس عبر السماء.

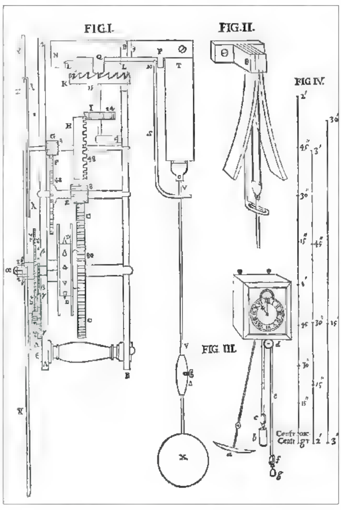


▲ ساعة الحائط المبينة مزولة تعود إلى العصور الوسطى. يشير الظل الساقط لقطعة معدنية رقيقة على مقياسٍ مدرجٍ خارجي على الوقت. (الوقت المبين في الصورة هو نُعيد الظهر).

بحلول القرن الثامن قبل الميلاد تطورت ساعة الظل الى المزولة. حيث استبدلت العصا بزعنفة مثلثة الشكل (الغنومون). كما يعود تاريخ الساعات الرملية إلى أزمان سحيقة. ومن أكثر الساعات الرملية شيوعاً النوع المسمى الزجاج الساعي، وذلك نظراً لأن الزمن المستغرق لإفراغ الجزء العلوي من الآلة من الرمل الجاف وملئ الجزء السفلي ساعة واحدة. واستمرت البحرية الملكية البريطانية باستخدام الزجاج الساعي على متن سفنها حتى العشرينيات من القرن التاسع عشر.

وفي الليل استخدم قدماء المصريين ساعة مائية لتحديد الوقت. وتتكون في أبسط صورها من وعاءٍ مدرجٍ من الداخل مملوء بالماء. ينز الماء من ثقب أسفل الوعاء فينخفض مستوى الماء في الوعاء ليُقرأ الوقت من التدريج المقابل لهذا المستوى. من جانبهم أضاف الإغريق عوامة آلية متصلة بمؤشر يقرأ الوقت للدلالة على موضعه. كما أن الصينيين استخدموا الزئبق بدلاً من الماء في بعض نماذجهم للساعة المائية.

في عام 725 ميلادي صنع المهندس الصيني لاينغ لنغ – زان والراهب البوذي بي كسنغ أول ساعة ميكانيكية يستند عملها على الحركة المنتظمة لدولاب درس ضخم يبلغ قطره 33 قدماً (10 م). وتتكون كل «دواسة» من كأس تدور الدولاب عند ملئها جزءاً من ستة وثلاثين جزءٍ من دورة كاملة (إي درجة واحدة)، ومن خلال نظام للتروس يمكن قراءة الوقت، علاوة على تاريخ اليوم وطور القمر. وفي حوالي عام 1090 شيد الوزير الإمبراطوري سو سونغ ساعة فلكية ضخمة تدار بالماء أو «الساعة الكونية»، والتي استخدمت لمعرفة الحركة الظاهرية للنجوم علاوة على الوقت.



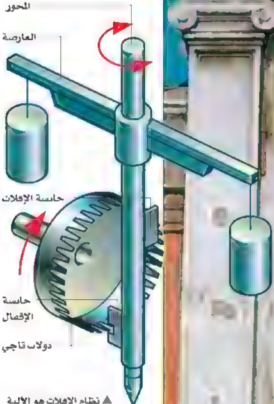
◄ يعود ابتكار ساعة البندول المبينة إلى عام 1673 وهي من تصميم كريستيان هويجنز. يتحكم في أرجحة البندول نظام إفلات يتكون من عارضة تدير قرصاً مسنناً في وضع أفقي يُسمى نظام الإفلات الدولاب التاجي.

كانت ساعات الحائط الأولى تدار بواسطة ثقل معلق بحبل تلتف نهايته الأخرى على أسطوانة. ويتحكم قضيب أفقي مهتز في معدل دوران دولاب مسنن مثبت على الأسطوانة – أول نموذج لنظام الإفلات في ساعات الحائط. وخلال فترة زمنية تعادل ساعة واحدة تقوم مطرقة بالطرق على جرس الساعة (لم يشتمل هذا النموذج على العقارب أو القرص المدرج). والجدير بالذكر أن مفردة «Clock» في اللغة الإنجليزية مشتقة في الأصل من مفردة Glock الألمانية والتي تعني الجرس. ويقال إن رجل الدين والمفكر الفرنسي **جربرت الأورياكي** (حوالي 945 – 1003) هو من اخترع هذه الساعة، وذلك قبل تقلده منصب البابوية تحت اسم البابا سلفستر الثاني عام 999. ومازالت مثل هذه النماذج، التي يعود تصنيعها إلى الثمانينيات من القرن الرابع عشر، منتصبة في كاتدرائيات مدينة رون في فرنسا ومدينة سالزبري بإنجلترا.

اخترع صانع الساعات الألماني بيتر هنلين (1480 – 1542) عام 1502 ساعة تدار باستخدام نابض وتحتوي عقرباً واحداً على وجهها. وفي عام 1656 صمم العالم الألماني **كريستيان هويجنز** (1629 – 95) ساعة البندول ونفذ التصميم بعد سنة

تواريخ مفصلية

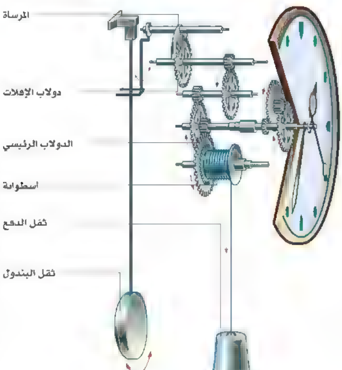
725	ظهور أول ساعة ميكانيكية تعمل بقوة الماء.
996	ابتكر نظام الإفلات في ساعات الحائط.
1380	اختراع ساعات الحائط المدارة بالأثقال.
1502	ابتكار ساعات الحائط المدارة بالنوابض الزنبركية.
1626	ظهور أول ساعة حائط بندول.
1675	اختراع منظم الزنبرك الشعري.



▲ نظام الإفلات هو الآلية التي تتحكم في سرعة دوران ساعة الحائط (أو الساعة بشكل عام). استخدم نظام المحور - العارضة (أعلى الصورة) في ساعات الحائط ذات الحافظات الزجاجية (مشكاة) حتى عام 1800. تتحكم في حركة المحور حاستان مسننتان تديران الدولاب التاجي الموضوع عموديا. مع دوران العارضة في أحد الاتجاهين تفلت الحاسة الدولاب التاجي مما يسمح للثقل بالهبوط وإدارة عقرب الساعة تبعاً لذلك. ومع عودة العارضة بالدوران في الجهة الأخرى تقفل الحاسة الدولاب التاجي موقفة الثقل عن النزول. ثم تعود العارضة للدوران في الاتجاه الأول مرة أخرى ليسمح للثقل بالهبوط مجددا.



▲ تنتصب ساعة الحائط المزخرفة ذات الـ 24 قراءة لساعات اليوم (تعود إلى عام 1344) تنتصب في قصر كابتانيو بمدينة بادوا بإيطاليا، وتظهر التاريخ بالإضافة إلى أطوار القمر وموضع الشمس على دائرة البروج.



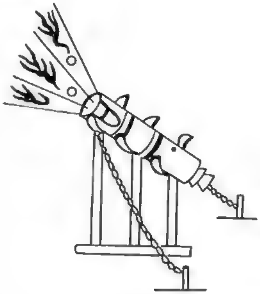
◀ استخدم نظام الإفلات ذو المرساة في ساعات الحائط ذات الحافظات الطويلة عام 1670. تؤدي أرجحة بندول إلى تأرجح مرساة على شكل حدوة فرس من جهة إلى أخرى، فيؤدي ذلك إلى تقدم دولاب الإفلات جزءاً من دورة كاملة خلال كل نصف اهتزاز للبندول. ويعمل ذلك على هبوط الثقل ببطء فيدير الأسطوانة وعقارب الساعة المتصلة بها.

من ذلك صانع الساعات الهولندي سالمون كوستر. تمثل التطور التالي للساعات بابتكار العالم الإنجليزي **روبرت هوك** (1635 - 1703) نظام الإفلات ذا المرساة. ونظرا لدقة البندول في تحديد الوقت تطور نظام إدارته لتشمل ساعات الحائط المدارة بواسطة الأثقال أو النوابض الزنبركية.

ويعود صنع أول ساعة محمولة (ساعة اليد أو الجيب أو غيرهما) إلى بيتر هنلين وذلك قبل سنتين من وفاته عام 1542. تضمن التصميم نابضا زنبركيا لإدارة عقرب واحد يظهر من خلال فتحات على وجه حافظة. أما ابتكار عجلة التوازن المهتزة والنوابض الشعرية للتحكم فيعود إلى حوالي عام 1675، ومازالت هذه الابتكارات قيد الاستخدام في الساعات وساعات الحائط الميكانيكية. وفي عام 1680 ابتكر صانع الساعات الإنجليزي دانيال كيور (1648 - 1725) ساعة بندول تصدر قرعاً كل ساعة ويمكن تكرار آخر عدد من القرعات عند قيام مالكها بالضغط على رافعة مثبتة على الطرف.

الأسلحة النارية والبارود
GUNS AND GUNPOWEDER

ابتكر الصينيون البارود خلال القرن الحادي عشر كما أدعى أوروبي أو اثنان اختراعهم له. ويبدو أنهم إما أعادا اختراعه أو تعلما سر صناعته من الرحالين الذين جابوا الصين. وبغض النظر عن كيفية وصول البارود إلى أوروبا فمن المؤكد أن اختراعه واختراع الأسلحة النارية التي تستخدمه غيرا مسار التاريخ.



▲ ينطلق اللهب وقنبلتا بارود ذات الحافظات المعدنية من فوهة مدفع صيني يعود إلى القرن الرابع عشر. انفجرت القنبلتان فوق ساحة المعركة أو عليها ناثرة وابلاً من الشظايا القاتلة على مساحة واسعة.

تواريخ مفصلية

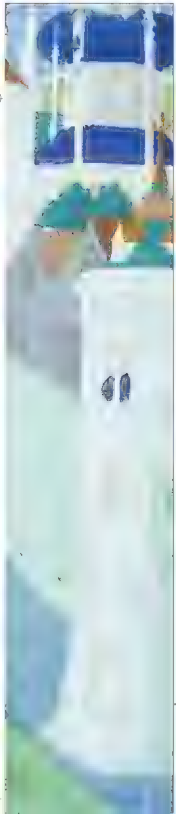
حوالي **1020**	ابتكار البارود.
1044	ظهور أولى الكتابات عن البارود.
1100	اختراع الألعاب النارية.
1220	اختراع قنابل البارود.
1242	كتابة توصيف دقيق لتركيب البارود.
1280	اختراع مدافع البارود.
1375	المدافع ذات المواسير البرونزية.
1540	المدافع المصبوبة من الحديد.

يكتنف مصدر البارود الكثير من الغموض، وبخاصة أن مخترعيه عمدوا إلى إبقائه طي الكتمان. جاء أول ذكر للبارود في مؤلفات الكاتب الصيني تسنغ كونغ ليانغ عام 1044 الذي وصف تركيباً لما أسماه « دواء النار». يتكون البارود من مزيج من الفحم النباتي والكبريت والملح الصخري (نيترات البوتاسيوم). تمزج هذه المركبات بنسب صحيحة فينتج مركب سريع الاشتعال تتكون 40 في المئة من مخلفاته من مواد غازية والبقية مواد صلبة على هيئة أدخنة. وإذا تم الاشتعال داخل حاوية فإن تمدد الغازات الحارة الناتجة يؤدي إلى انفجار الحاوية وصدور فرقعة عالية. أما إذا تم الاشتعال عند الطرف المغلق من أنبوب مفتوح من طرفه الآخر تدفع الغازات المتمددة ما يعترض طريقها من كرات أو رصاص، ويمثل هذا مبدأ عمل المدفع والأسلحة النارية بعامة.

مع اختراع البارود في بدايات القرن الثاني عشر في الصين ازدهرت الألعاب النارية. وتصف وثيقة تعود إلى حوالي عام 1100 «الضجيج شبيه البرق»، لكن الألعاب النارية اتخذت في الغالب شكل خيوط من المفرقعات النارية. أما قنابل البارود فهي بالطبع أكثر خطورة من ذلك. في حوالي عام 1220 صنعت الحربية الصينية قنابل ذات أغلفة خارجية قابلة للتبعثر عند انفجارها، وبذلك اخترع الشرينل أو قنابل الشظايا التي يمكنها قتل الأعداء أو تعطيلهم على أقل تقدير. تبين مطبوعة يابانية تعود لعام 1292 انفجار قنبلة، مما يدل على معرفة اليابانيين بالبارود آنذاك. وخلال معركة كيفنغ استخدم الجنود الصينيون القنابل اليدوية وكذلك «السهام النارية» للدفاع عن المدينة. ويبدو أن السهام النارية لم تكن إلا صواريخ مصنوعة من بارود مكبوس داخل ماسورة من قصب أشجار البامبو. وحتى لا ينفجر الصاروخ داخل الماسورة عند إشعال الفتيل فمن المؤكد أن البارود كان رخو التوزيع. انتشرت معارف صناعة الصواريخ خارج الصين وهناك إشارة إلى الملح الصخري والصواريخ عام 1280 في كتاب عن الحروب للكاتب السوري الحسن الرماح.

كان أول ظهور للمدافع البارودية في نهايات الثمانينيات من القرن الثالث عشر عندما استخدمت الحربية الصينية ما سمته «المفجر أو نافث الحمم»، وذلك لإطلاق الصخور على الأعداء. وفي حوالي عام 1300 صنع التقانيون العرب مواسير المدافع من أنابيب البامبو بلف شريط حديدي عليها. أما مواسير المدافع الحديدية فقد كانت تصنع من قضبان من الحديد المطاوع تربط مع بعضها بشريط من الحديد، تشبه الماسورة بذلك البراميل الخشبية. وخلال حصار كاليه عام 1346 استخدم الإنجليز مدافع ذات مواسير مصنوعة من الحديد المطاوع ضد الفرنسيين وأطلقوا عليها مسمى القاذفات، وبعد سنة أنتج صناع البنادق الأوروبيون مدافع تطلق السهام. كما أن أول ماسورة مدفع صبت كقالبٍ من البرونز صنعها الألمان ويعود تاريخها إلى عام 1378. أصبح البرونز المعدن المفضل لصنع مواسير المدافع، وبخاصة للمدافع البحرية، نظراً لبطئ معدل تصدئه مقارنة مع الحديد. لم يكن بالإمكان في البداية صب قوالب حديد الزهرللمواسير نظراً لتصدع هذه القوالب عند استخدامها في الراجمات، مما يؤدي إلى حدوث انفجارات كارثية عند إطلاق المدافع، إذ يتناثر قالب الحديد المصبوب أجزاء مثل قنبلة. أما إخفاق المدافع البرونزية فلا ينتج عنه إلا تمزق المواسير وتحطمها وهي نتيجة أقل كارثية. الفرنسيون من جانبهم استخدموا الحديد لصنع قذائف المدافع بدءاً من عام 1495، كما تمكن الإنجليز من تصنيع قوالب مواسير حديدية آمنة عام 1543.

سميت «الأسلحة الصغيرة» مقابل المدافع، مسميات عدة في بداية ظهورها من مثل القربينة والهركوبة. اخترعت الأسلحة الصغيرة في إسبانيا خلال أواسط القرن الخامس عشر وكان يتم إطلاق النار بإسناد ماسورة السلاح على الكتف. كما يتم شحن السلاح بالبارود والكرات من خلال فوهة الماسورة ومن ثم إشعال الشحنة بواسطة فتيل في الطرف الأخر منها. كان نظام الإشعال، بهذه الصفة، يعتمد على فتيلٍ طويل ملفوف على رافعة ويتوهج عند إشعاله على شكل حرف S. لم يكن السلاح دقيق التصويب ولم يتعد مداه 200 قدم (180 م). خلال مئة سنة التالية إحتل المسكيت مكان القربينة، كما احتل الزناد ومن بعده الزناد الصواني محل فتيل الإشعال. مثل الزناد الصواني تطوراً هاماً، إذ يمكن الاعتماد على نجاح إشعال البارود بصورة أكبر حتى في الحالات المطرة.



لقدح الزناد الصواني يقوم المستخدم بصب شحنة البارود في فوهة المسكيت ويتبع ذلك إدخال كرات رصاصية ومن بعدها السِطام الذي يحشر داخل المسكيت لإبقاء الشحنة والكرات في الداخل (المترجم: السِطام قطعة من اللباد أو الورق المقوي توضع فوق البارود وكرات الرصاص لتثبيتها في موضعها من الخرطوشة أو البندقية). بعدها يقوم المستخدم برش خزان البارود الموجود على جانب آله التفجير بالبارود الناعم ويقدح الشحنة بسحب الزناد إلى الخلف ليصطدم بقطعة صوانٍ في نهاية مساره. نتيجة للاصطدام تتحرك قطعة الصوان إلى الأمام لتصطدم بدورها بقطعة من الفولاذ فتنتج شرارة تشعل البارود في الخزان. نتيجة لكل ذلك يمتد الإشتعال إلى الشحنة الرئيسية وإطلاق المسكيت. وفي حال عدم اشتعال الشحنة الرئيسية، تسفر

انظر ايضا الراجمات القديمة 2: 26-27؛ العلوم الصينية 2: 30-31؛ المسدس 5: 40-41؛ الرشاش (البنادق المؤتمتة) 7: 44-45

العملية عن صدور «وميض» في الخزان ليس إلا.

تميز المسكيت بتجويف ناعم ليتطور لاحقا إلى البندقية ذات الماسورة الحلزونية لتوفر للرصاصة أو الكرة حركة دورانية بالإضافة إلى قوة الدفع إلى الأمام. وجاءت البندقية ذات التلقيم الخلفي والخرطوش الخاص بها كآخر تطور في هذا المضمار. كما أخذت المسدسات مسار تطور شبيه بتطور البنادق بدءاً من المسدسات ذات التلقيم الأمامي والزناد الصواني ومروراً بالأسلحة الخرطوشية وانتهاءاً بالمسدس متعدد الطلقات ذي الخزان الدوار.



◄ يحمل الجندي من العهد الأليزابيثي قربينه ثقيلة على كتفه ويمسك باليد الأخرى معينات إطلاق النار. ويحمل داخل الحزام المربوط على كتفه رزمات صغيرة من البارود لشحن سلاحه.

بيرثولد شوارتز

يعتبر شوارتز شخصية شبه أسطورية من المفترض أنها عاشت خلال القرن الرابع عشر. وغالباً ما يشار إليه على أنه الراهب الفرانسسكي والكيميائي الألماني كونستانتن أنكليتزن الذي عاش في مدينة فرايبرغ بألمانيا في حدود عام 1320. لقب بالسيد شوارتز («الأسود» باللغة الألمانية) بسبب تصاعد الأدخنة الكثيفة من تجاربه البدائية في الكيمياء، ويعزى إليه اختراع (أو إعادة اختراع) البارود. ظهر أول توصيف دقيق لمركبات المتفجرات في كتابات العالم والفيلسوف الإنجليزي روجر بيكون (حوالي 1214 - 92) وذلك عام 1242.





◄ استخدمت المدافع في بداية اختراعها كسلاح لدك الحصون عند حصارها. اللوحة تعود إلى القرن الخامس عشر وتوضح دك أسوار مدينة محصنة في فرنسا.

علم الفلك والرياضيات ASTRONOMY AND MATH

1425 يؤكد رجل الدين وعالم الرياضيات والفيلسوف الألماني **نيكولاس من كوسا** (نيكولاس كريس، 1404 – 64) دوران الأرض حول محورها دورة كاملة في اليوم الواحد ودورانها حول الشمس دورة كاملة خلال سنة، متوقعاً بذلك تعاليم الفلكي البولندي ***نيكولاس كوبرنيكوس*** (1473 – 1543) قبل 100 عام.

1435 ينشر المعماري والفنان الإيطالي ليون البرتي (1404 – 72) كتاباً يتضمن الأسس العلمية للرسم المنظوري والذي يُعتبر أساس الهندسة الإسقاطية.

1452 يفرض على طلاب إجازة درجة الماجستير بجامعة باريس قراءة المجلدات الستة الأولى من كتاب العناصر لعالم الرياضيات الإغريقي **إقليدس** (أشتهر عام 300 ق.م.).

1460 يبدأ عالم الرياضيات الفلكي النمساوي **جورج فون بيورباخ** (حوالي 1421 – 61) العمل على وضع نسخة مختصرة لكتاب المجسطي (الماجستي) للفلكي والجغرافي الإغريقي **بطليموس** (حوالي 100 – حوالي 170). يكمل العمل بعد وفاة بيورباخ الفلكي وعالم الرياضيات الألماني **ريجومونتانوس** (يوهان ميوللر، (1436 – 76)، وذلك عام 1462، وتطبع عام 1496.

العلوم الطبيعية والحيوية PHYSICAL AND LIFE SCIENCES

1451 يصف رجل الدين وعالم الرياضيات والفيلسوف الألماني **نيكولاس من كيوسا** (نيكولاس كريس، 1401 – 64) نظارات العدسات المقعرة علاجاً لقصيري النظر.

1453 تأسيس جمعية مهنية للقابلات (الولادات أو الدايات) في مدينة ريجنزبيرج بألمانيا.

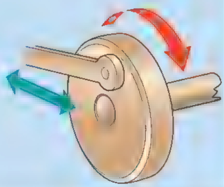
1460 ينشر الطبيب الألماني هنريخ فون بفولسبيوندت كتاب *بونت – ياتزني* (الجراحة التجميلية) ويعتبر أول كتاب ألماني في الجراحة.

1462 يصف الكاتب الإيطالي جيوفاني دا كاسترو مناجم أحجار الشب في مدينة تولفا بإيطاليا مبينا تزايد أهمية هذا الملح المعدني.

1473 نشر كتاب *القانون في الطب* للطبيب الفارسي **ابن سينا** (980 – 1037) في إيطاليا. وتعتبر هذه الطبعة أول نسخة كاملة تظهر في أوروبا.

التكنولوجيا TECHNOLOGY

تتكون الحدافة من قرص ثقيل متصل من مركزه بمحور لتدوير آلة الميكانيكية. وتقتصر مهمة الحدافة على تنعيم سرعة دوران الآلة أو حفظ الطاقة. وفي بعض النماذج تُلف أحزمة طويلة على القرص لنقل الحركة الدورانية إلى أجزاء أخرى من الآلة الميكانيكية.



1430 يستخدم الصناع الألمان الحدافة (دولاب الموازنة) لتعيم حركة الأجزاء الميكانيكية الدوارة.

1430 إدخال فتيل الإشعال كآلية إطلاق للأسلحة الصغيرة في حدود هذا الزمن.

1432 يعيد الملاح البرتغالي غانزالو كابرال استكشاف جزر الأوزور في المحيط الأطلسي (يحتمل أن أول من استكشفها ديغو دي سيفيلا وذلك عام 1427). وبعد عامين يقوم مواطنه جاو دياز بالإبحار حول رأس بوجادور جنوب جزر الكناري على الساحل الغربي لإفريقيا.

1435 بحلول هذا الزمن يستخدم الصناع الأوربيون الأحزمة الناقلة لإدارة الآلات الميكانيكية من مثل رحى الطحن.

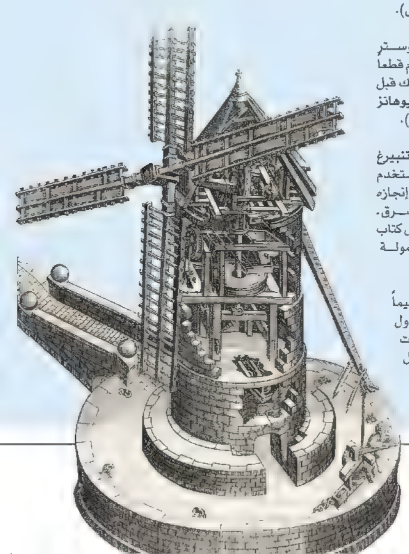
1438 تشييد أول هويس على قناة نافجيليو الكبير قرب مدينة ميلانو بإيطاليا وذلك تحت إشراف فيورافنتي دا بولوغنا وفليبو دا مودينا (المترجم: الهويس منشأة ملاحية لنقل المراكب والسفن وخلافها من منسوب مياه إلى منسوب مياه آخر في المجرى المائي ويتكون من حوض له بوابتان خلفية وأمامية للمرور وبه عدة بوابات جانبية لتفريغ وملئ الحوض).

1438 يعتقد أن الطباع الألماني لورنز كوستر (حوالي 1370 – 1440) استخدم قطعا خشبية محمولة في الطباعة – وذلك قبل بضع سنوات من المكتشف الألماني **يوهانز غوتنبيرغ** (حوالي 1400 – 1468).

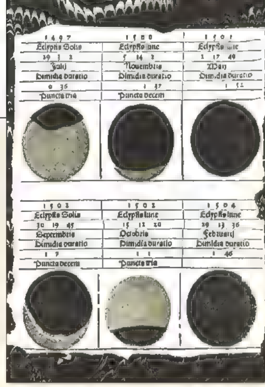
1442 يقيم المخترع الألماني **يوهانز غوتنبيرغ** (حوالي 1400 – 68) مطبعة يستخدم فيها حروف طباعة محمولة. وتم إنجازه بمعزل عن تطورات الطباعة في الشرق. وبعد 13 سنة (1455) يطبع أول كتاب مستخدماً حروف طباعة محمولة مصنوعة من المعدن.

1445 يطور صناع السفن البرتغاليون تصميماً للسفن يعرف بالكارافل، ويعود أول اختراع لهذا التصميم إلى بدايات القرن الثالث عشر. يضم الكارافل صاريتين أو ثلاث تحمل أشرعة مربعة أو مثلثة الشكل (اللاتين). يستخدم المستكشف الإيطالي **كريستوفر كولومبوس** (1451 – 1506) وملاحون آخرون هذا النوع من السفن على مدى القرنين التاليين.

1450 يصمم صناع المعادن الأوروبيون طريقة لفصل الفضة من خامات الرصاص من مثل خام الجالينا (كبريتيد الرصاص)، وتحتوي بعض خامات الرصاص حوالي عشرة في المئة من الفضة. يشجع التصميم الجديد عمال المناجم في أوروبا على العمل في المناجم في إنجلترا.



انظر أيضا تطور الطباعة 3: 28–29؛ السفن الشراعية 3: 34–35؛ الرحلات والاستكشافات 3: 38–39



علم الفلك والرياضيات
ASTRONOMY AND MATH

1464 ينشر الفلكي وعالم الرياضيات الألماني **ريجومونتانوس** (يوهان ميوللر، 1436 – 76) *كتاب المثلثات بجميع أشكالها*، ويتضمن مراجعة شاملة لمعارف حساب المثلثات. كما يؤسس مطبعة في مرصده بمدينة نورمبيرغ بألمانيا عام 1471.

1472 يصف عالم الرياضيات والفلكي الألماني **ريجومونتانوس** (يوهان ميوللر، 1436 – 76) ظهور مذنب، ونعلم الآن أنه مذنب هالي، وينشر بعد عامين التقاويم الفلكية يحدد فيها مواقع النجوم. تستخدم بيانات المؤلف في الملاحة ويعول عليها المستكشف الإيطالي المولد **كريستوفر كولومبوس** (1451 – 1506) في رحلاته بعد عشرين سنة.

طور ريجومونتانوس التقويم الذي شاع استخدامه بشكل كبير حتى بعد وفاته. وتبين الصفحة في الصورة تنبؤات أحداث الكسوف والخسوف خلال الأعوام من 1497 وحتى 1504.

العلوم الطبيعية والحيوية
PHYSICAL AND LIFE SCIENCES

1474 يطبع الكاتب الألماني كونراد فون ميجنبيرغ *كتاب الطبيعة* والذي ألفه عام 1350. يحتوي الكتاب على صور أولى القوالب (كليشهات) الخشبية للنباتات.



الطبيب الفارسي ابن سينا (الجالس) يظهر في هذه اللوحة في صيدلية. اللوحة مأخوذة من طبعة لكتاب القانون في الطب نشرت أول مرة عام 1473.

التكنولوجيا
TECHNOLOGY

1453 يأمر البابا نيكولاس الخامس (حوالي 1397 – 1455) بإجراء إصلاحات رئيسية لقناة فيرجو المائي (دمر عام 537) حتى يتسنى توفير المياه لمدينة روما.

1453 تستخدم القوات العثمانية مدافع تطلق مقذوفات هائلة تزن الواحدة منها 1345 رطلاً (610 كجم) وذلك خلال حصار القسطنطينية (إسطنبول حاليا).

1455 يخترع المهندسون الهولنديون الطاحونة ذات القلنسوة المعدنية الواقية، وهي نوع يتميز بإمكانية إدارة أشرعته لتقابل اتجاه الرياح.

1457 تصنيع أول عربة ركاب ذات عجلات أربع ونظام تعليق شريطي في مدينة كوكس في المجر (وتسمي العربة باسم المدينة).

1457 ينتج الطباع الألماني بيتر شوفر (حوالي 1425 – 1502) كتاب تراتيل دينية باستخدام لونين للطباعة، وينجز العمل باستخدام مجموعتين من الأحرف والطباعة على دفعتين.

◀ يمكن إدارة قلنسوة الطاحونة لتعديل اتجاه الأشرعة لتقابل الريح السائدة، كما يبدو ذلك في المثال الموضح من تصميم المهندس الإيطالي أوغستينو راميلي (1531 – حوالي 1600).

1460 بحلول هذا الزمن يدمج الطباع الألماني البريخت بفيستر (حوالي 1420 – 70) قوالب الطباعة الخشبية والأحرف المحمولة لطباعة الصفحة الواحدة، وبذلك يمكن طباعة النص والصور أو الرسوم الإيضاحية على ورقة واحدة وفي آن واحد.

1461 التجريب الأولي لمدافع التلقيم الخلفي في أوروبا.

1465 إنشاء أول مطبعة في إيطاليا بمدينة سوبايكو شرقي روما. بعد خمس سنوات تشيد أول مطبعة في فرنسا بجامعة باريس فرع السربون.

1470 يؤسس الطباع الفرنسي نيكولاس جنسن (1420 – 80) محلاً في مدينة البندقية لتصميم الكتابة بالبنط «الروماني».

1471 يستكشف الملاح البرتغالي فرانو دو بو جزيرة فرناندو بو (حاليا جزيرة بايوكو) في غينيا الاستوائية بغرب إفريقيا.

1474 ينتج الطباع الانجليزي وليام **كاكستون** (حوالي 1422 – حوالي 91) أول كتاب مطبوع باللغة الإنجليزية بعنوان *قصص من طروادة*، يجدر التنويه إلى أن الطباعة نفذت في مدينة بروجس في بلجيكا.

تطور الطباعة

THE DEVELOPMENT OF PRINTING



▲ إنجيل غوتنبرغ هو أول كتاب مطبوع باستخدام الحروف المعدنية المحمولة وذلك عام 1455. ويقال إن النسخ الباقية من هذه الطبعة تعد من أغنى الكتب ثمنا.

ابتكرت الطباعة في الصين. صنع الصينيون الأوراق النقدية والكتب في حوالي القرن التاسع، وكانت العملية تتم بنحت الأشكال والرموز على قالب خشبي يمثل الكليشيه «اللوحة» لصفحة كاملة. بحلول العام 1045 ابتكر الطباع الصيني بي شنغ الحروف المحمولة المصنوعة من الطين وطبع الكتب باستخدامها خلال العشر سنوات التالية.

تواريخ مفصلية

1395 استخدام حروف الطباعة المعدنية المصبوبة في كوريا.

1403 استخدام حروف الطباعة البرونزية في كوريا.

1438 استخدام كوستر للكليشيهات الخشبية في الطباعة.

1442 غوتنبيرغ يؤسس مطبعة الكبس.

1455 طباعة أول كتاب في العالم باستخدام الحروف المعدنية المحمولة.

1474 طباعة أول كتاب باللغة الإنجليزية.

بدأت الطباعة باستخدام الحروف المعدنية المصبوبة في كوريا خلال عقد التسعينيات من القرن الرابع عشر. وفي عام 1403 أمر الملك الكوري تاوجنغ بصب حروف الطباعة من البرونز، كما ان طباعين آخرين تبنوا استخدام القوالب (الكليشهات) الخشبية في الطباعة، إذ كان القالب الواحد يحتوي صفحة كاملة واحدة. تتميز اللغة الصينية بوجود آلاف الرموز المختلفة فيها حتى أن الطباع الصيني وانغ تشين استخدم عام 1313 أكثر من 50,000 رمز خشبي محمول لطباعة مؤلفه *كتاب الزراعة*. ويعتقد أن الطباع الهولندي لورنز كوستر (حوالي 1370 – 1440) من مدينة هارلم استخدم الحروف الخشبية المحمولة عام 1438.

أعاد الألماني **يوهانز غوتنبرغ** (حوالي 1400 – 68) في الأربعينيات من القرن الخامس عشر اكتشاف الطباعة باستخدام الحروف المعدنية المحمولة. يتمثل الإنجاز الكبير لغوتنبيرغ في توحيده للعمليات المصاحبة للطباعة بدءاً من تصنيع القوالب النحاسية لصب حروف الطباعة وابتكاره سبيكة رصاصية مناسبة ذات درجة انصهار منخفضة لإنتاج الحروف وحبر خاص ذي أساس زيتي وأخيراً – وهو الأهم – آلة كبس لضغط الورق على لوحة الطباعة بعد رش الحبر عليها. كيَّف غوتنبيرغ آلة كبس ذات برغي كانت تستخدم لعصر العنب لتصنيع النبيذ. (لم تستخدم مطابع الشرق قبل ذلك آلات الكبس، وبدلاً من ذلك كان الورق يوضع على الحروف المبللة بالحبر ويمسح على الورق بفرشاة أسطوانية دوارة (مدحاة) لضغط الورق وتثبيت شكل الحروف عليها).

أسس غوتنبيرغ مطبعته الأولى حوالي عام 1442 في مدينة ستراسبرغ في فرنسا، لكنه عاد إلى مسقط رأسه مينز بألمانيا حوالي عام 1450. شيد غوتنبيرغ مطبعة في مينز بتمويل من رجل الأعمال الألماني **يوهان فوست** (حوالي 1400 – 66) والطباع الألماني بيتر شوفر (حوالي 1425 – 1502). كان الإنجيل باللغة اللاتينية أول إصدارات مطبعته الجديدة وذلك عام 1455 وبمشاركة شريكة الجديد كونراد هومري – يعتبر هذا الإصدار أول كتاب في العالم طبع باستخدام الحروف المعدنية المحمولة. ويعرف هذا الإنجيل أحيانا بالإنجيل ذي 42 صفاً، نظراً لطباعة المتن اللاتيني على 42 صفا من الأعمدة. ومثلما كان شائعاً حينها لم يتضمن إنجيل غوتنبيرغ ترقيماً للصفحات أو صفحة للعنوان أو حتى ما يشير إلى الناشر. كان أول كتاب يحمل اسم دار النشر طبع في أوروبا كتاب ترانيم دينية نشره شوفر عام 1457. كما أنه كان أول مطبوع يستخدم لونين للطباعة. وفي حوالي عام 1475 بدأ شوفر باستخدام الأصباغ الفولاذية لسك قوالب نحاسية لصب حروف الطباعة، وذلك بعد أن استقل عن غوتنبيرغ وأصبح يعمل لحسابه الخاص.

بدأ ظهور مكابس الطباعة في مناطق أخرى في أوروبا. ففي إيطاليا شيد أول مكبس عام 1462 بمدينة سوبايكو قرب روما، وفي عام 1470 أسست جامعة باريس مطبعتها الخاصة بها. كما أن الفلكي وعالم الرياضيات **ريجومونتانوس** (يوهان ميوللر، 1436 – 76) بنى مطبعة في مرصده بمدينة نورمبيرج لطباعة الجداول الفلكية.



ادخل وليام **كاكستون** (حوالي 1422 – حوالي 91) حروف الطباعة المعدنية إلى إنجلترا. كان كاكستون أول من أنتج كتاباً مطبوعاً باللغة الإنجليزية وذلك عام 1479، إذ تعاون مع الخطاط الفنلندي كولارد مانشرن لطباعة كتاب *قصص من طروادة* في مطبعة مدينة بروجس خلال وجوده في بلجيكا. وبعد عودته إلى إنجلترا عام 1476 بعام واحد أسس كاكستون أول مطبعة في لندن. نشر كاكستون عام 1481 أول مؤلف توضيحي باللغة الإنجليزية، للعبة الشطرنج. وخلال 15 سنة من تأسيسها نشرت دار كاكستون أكثر من 100 كتاب جله ترجمات عن الفرنسية قام هو نفسه بترجمتها.



▲ تعود الجدارية المنحوتة المبينة إلى القرن السادس عشر وتصور دار طباعة. يرتب العمال على يمين الصورة الحروف المعدنية على إطارات. ثم توضع الإطارات في أماكنها على آلة الكبس (اليسار)، التي تقوم بكبسها على الورق الموضوع تحتها باستخدام برغي كبس ثقيل. يقوم عامل بإدارة عتلة لتطبيق ضغط كتلة الإطار على الورق.

الطباعة بكبس الحروف

تعرف عملية طبع غالبية أولى الكتب المطبوعة بعملية كبس الحروف. يصنع الحرف أو الرموز المراد طباعتهما بحفر الشكل أو إبرازه على هيئة صورة مرآة للأصل. ترتب الحروف كنصوص وتثبت مع بعضها داخل إطار (يسمى الطوق الحديدي). يقوم عامل الطباعة بتحبير الحروف مستخدماً في العادة مدحاة، تلي ذلك عملية وضع الورق على النص المحبر والضغط عليه باستخدام مكبس. عندما ترفع الورقة عن سطح الحروف يظهر النص عليها بصورته الصحيحة. تعرف هذه الطريقة بالكبس المسطح للحروف، بقيت الطريقة المتبعة في الطباعة حتى بعد استخدام البخار كمصدر للطاقة في الطباعة. ظهر الابتكار الأخير عام 1810 على إثر جهود المهندس الألماني فردريك كونغ (1774 - 1833).



علوم الفلك والرياضيات ASTRONOMY AND MATH

1478 ظهور أول كتاب للثقافة العامة في الرياضيات في إيطاليا، كتاب *حساب تريفيزو*، يتضمن الكتاب بشكل أساسي قواعد العمليات الحسابية العامة.

1482 ينشر عالم الرياضيات الإيطالي يوهانز كامبانوس (1220 – 96)، نقلاً عن العربية، الترجمة اللاتينية لكتاب *العناصر* لعالم الرياضيات الإغريقي إقليدس (اشتهر خلال 300 ق.م).

1484 يؤلف عالم الرياضيات الفرنسي نيكولاس تشيوكي (حوالي 1445 – حوالي 1500) مخطوطاً من ثلاثة أجزاء بعنوان *الأجزاء الثلاثة في علوم الأعداد*. والكتاب أول مؤلف في الجبر يتضمن الأعداد السالبة كأسس. لم يطبع المؤلف حتى بعد عام 1880.

1494 يصف عالم الرياضيات الإيطالي لوكا باتشيولي (1445 – 1517) القيد المزدوج في المحاسبة وذلك في كتاب مطبوع في الرياضيات المعنون *كل شيء حول الحساب والهندسة والنسب*.

1497 يوثق الفلكي البولندي ***نيكولاس كوبرنيكوس*** (1473 – 1543) رصده نجماً متواريا وراء القمر (يحدث خسوف النجم عند مرور القمر من أمامه).

العلوم الطبيعية والحيوية PHYSICAL AND LIFE SCIENCES

1490 يفسر الفنان والمخترع الإيطالي ***ليوناردو دافنشي*** (1452 – 1519) مفعول الأنابيب الشعرية (الطريقة التي تصعد فيها السوائل داخل أنابيب ضيقة جدا أو شعرية).

1490 افتتاح مسرح عمليات مؤقت للتدريس في مدينة بادوا بإيطاليا لأجراء التشريح على الجثث البشرية.

1493 يلاحظ المكتشف الإيطالي **كريستوفر كولومبوس** (1451 – 1506) استخدام الأمريكيين الأصليين التبغ كدواء عشبي.

1517 يطرح الطبيب والشاعر الإيطالي **جيرولامو فراكاستورو** (حوالي 1478 – 1553) فرضية مفادها أن الأحافير ليست إلا بقايا كائنات متحجرة.

1518 ظهور وباء الجدري في أمريكا (بدأ الوباء في جزيرة هسبانيولا، هايتي وجمهورية الدومينكان حاليا)، وانتقل الوباء من أوروبا بواسطة المستكشفين والمستوطنين. يحصد الوباء عام 1520 قبائل الأزتك، لكن جنود الغزو الأسباني لا يصابون بالمرض بسبب المناعة التي حصلوا عليها خلال طفولتهم.

التكنولوجيا TECHNOLOGY

1477 أول توثيق لظهور البنادق ذات المواسير حلزونية الحزوز من الداخل (توفر الحزوز الحلزونية حركة مغزلية للرصاص المنطلق من فوهة البندقية)، لكن هذا النوع من البنادق لم يعم قبل القرن السادس عشر.

1485 يضع الفنان والمخترع الإيطالي **ليوناردو دافنشي** (1452 – 1519) تصميماً للباراشوت.

1488 يبحر المستكشف البرتغالي **بارتولوميو دياز** (حوالي 1450 – 1500) حول رأس الرجاء الصالح في أقصى جنوب القارة الإفريقية ويطلق عليها إسم رأس العواصف.

1491 يصمم الفنان والمخترع الإيطالي **ليوناردو دافنشي** (1452 – 1519) آله طيران بأجنحة ترفرف على نسق ما تفعله الطيور. بقي التصميم دون تشييد.

1492 يبحر الملاح الإيطالي **كريستوفر كولومبوس** (1451 – 1506) إلى الجزر الواقعة على الساحل الشرقي لأمريكا الشمالية.

1492 استخدام الغرافيت في أقلام الرصاص في إنجلترا.

1494 تشييد أول مصنع للورق في مقاطعة هيرتفوردشاير في الجنوب الشرقي لإنجلترا.



صمم ليوناردو دافنشي باراشوتاً هرمي الشكل عام 1485. بُني النموذج المبين اعتماداً على تصميمه الأصلي.

1495 يبدأ الفرنسيون استخدام قذائف المدافع المصنوعة من الحديد المصبوب (استخدمت الحجارة قبل هذا التاريخ في الغالب). وفي السنة نفسها اخترع المعماري والمهندس الإيطالي فرانسيسكو داي جيورجيو مارتيني (1439 – 1502) الألغام الأرضية، بحسب ما يعزى إليه.

1497 يشرع الملك الإنجليزي هنري السابع (حكم في الفترة 1485 – 1509) المقاييس المعيارية للقدم وقياسات أخرى للأطوال والأوزان.

1497 يستكشف الملاح إيطالي الأصل جون كابوت (1450 – 1498) بمصاحبة ابنه سبستيان (حوالي 1479 - 1557) نيوفوندلاند ونوفوسكوتشيا (يعتقد بزيارة الفايكنج لهذه المناطق من قبل).

1498 يبحر الملاح البرتغالي **فاسكو دي غاما** (1460 – 1524) حول رأس الرجاء الصالح ويعبر إلى المحيط الهندي ليصل الهند.

1499 ينشر رئيس الرهبان الألماني يوهانز تريثيموس (1462 – 1516) كتاب *ستيغانوغرافيا* (علم الكتابة المخفية)، وهو من الأعمال الرئيسية في علوم الشيفرات (ابتكار وفك رموز الشيفرات).

نال الملاح البرتغالي فيرديناند ماجلان، المولود عام 1480، شهرته كونه أول أنسان دار حول الكرة الأرضية. لكن الحقيقة أنه لم يكمل الرحلة، إذ قتل خلال عبوره المحيط الهادي عام 1521 وذلك في معركة نشبت بين بحارته وأهالي جزيرة ماكتان في الفلبين (اليسار). استمرت الرحلة تحت إمرة مساعده خوان دل كانو (توفي عام 1526) لتصل عند العودة إلى إسبانيا سفينة واحدة من السفن الخمس التي بدأتها وعشرين بحارا من أصل 270 بحارا. سمى المضيق الذي يقع عند الرأس الجنوبي لأمريكا الجنوبية ويربط بين الجزء الجنوبي من المحيط الأطلسي مع الجزر الجنوبي من المحيط الهادي، سمى هذا المضيق بمضيق ماجلان تخليدا لذكراه.

انظر ايضا الرحلات والاستكشافات **3**: 38–39

علم الفلك والرياضيات ASTRONOMY AND MATH

1515 يرسم الفلكي الألماني يوهانز شونر (1477 – 1547) أول خريطة للكرة الأرضية تتضمن إسم أمريكا.

1519 يرصد البحار البرتغالي **فيردناند ماجلان** (حوالي 1480 – 1521) سحابتي ماجلان، وهما مجرتان صغيرتان وأقربها إلى مجرتنا، مجرة درب التبانة.



توضح الصورة المرسومة باستخدام الحاسوب كامل القبة السماوية من حولنا وتظهر فيها سحابتا ماجلان الصغيرة والكبيرة (أسفل اليمين). والسحابتان مجرتان صغيرتان تبعدان عن مجرتنا مسافة 170,000 و 190,000 سنة ضوئية على التوالي.

العلوم الطبيعية والحيوية PHYSICAL AND LIFE SCIENCES

1518 يؤسس عالم الرياضيات والطبيب الإنجليزي توماس لناكر (حوالي 1460 – 1524) الكلية الملكية للطب في لندن.

1520 يجلب الرحالة الأسبان العائدون من أمريكا إلى أوطانهم في أوروبا الديك الرومي والذرة.

درس توماس لناكر بجامعة أكسفورد بإنجلترا، رحل بعد تخرجه عام 1484 إلى إيطاليا حيث درس هناك وتخرج من جامعة بادوا عام 1496. أصبح المعلم الرسمي للأمير أرثر، إبن الملك هنري السابع عام 1500، ومن ثم عين طبيب البلاط الملكي عام 1509 خلال عهد الملك هنري السابع. كان الحلاقون ورجال الدين يمارسون مهنة الطب آنذاك، لكن الملك فوض لناكر عام 1518 لإنشاء الكلية الملكية للطب بهدف التحكم في ممارسة المهنة في لندن. اختصت الكلية بمنح إجازات ممارسة الطب في المدن الأخرى في إنجلترا أيضا، كما استحدث إصلاحات في مجالات طبية عدة من بينها شروط الإعلان عن الكوارث الوبائية. أصبح لناكر قسا في الكنيسة الرومانية الكاثولوليكية عام 1520 ليترك ممارسة الطب من بعد ذلك.



التكنولوجيا TECHNOLOGY

1500 يقوم الشريك السابق للطباع الإنجليزي وليام **كاكستون** (حوالي 1422 – 91)، الطباع الإنجليزي وينكن دي وورد (توفي عام 1535)، بتأسيس دار طباعة في شارع فليت في لندن بهدف إنشاء مركز مستقبلي لنشر الصحف اليومية في إنجلترا.



1500 يحاول العالم الصيني وان هيو صنع آلة طائرة وذلك بربط 45 صاروخا على مسند كرسي. يقتل هيو إثناء تجربيه آلته عند انفجارها.

1500 يستكشف الملاح البرتغالي بيدرو كابرال (حوالي 1467 – حوالي 1520) الساحل البرازيلي ويدعي ملكيتها للبرتغال. وخلال السنة نفسها يستكشف الملاح الإسباني فنسنت بنزون (حوالي 1460 – 1523) مصب نهر الأمازون، وكان بنزون ضمن طاقم ملاحي **كريستوفر كولومبوس** (1451 – 1506).

1502 يبتكر صانع الساعات الألماني بيتر هنلن (1480 – 1542) أول ساعة جيب تعمل بالنوابض.

1503 ينجح المهندس الحربي الإسباني بيدرو نافارو (حوالي 1460 – 1528) في تفجير عدد من الألغام تحت قصور نابولي مؤسساً بذلك نوعاً جديداً من الحروب البرية. أنجز نافارو هذا العمل خلال خدمته في الجيش تحت إمرة القائد جونزالو دي كوردوبا (1453 – 1515).

1507 يشيد المعماري الإيطالي فرا جيوفاني جيوكوندو (حوالي 1433 – 1515) قناة نوتردام لربط الشاطئ الشمالي لنهر السين في باريس مع إيل دولا سيتي، موقع كاتدرائية نوتردام.

1513 يدخل الرسام السويسري أورس غراف (حوالي 1485 – 1527) تكنولوجيا الرسم بالحفر على المعادن.

1513 يعبر المستكشف الإسباني فاسكو بالبوا (1475 – 1519) برزخ بنما لتحط أنظاره على المحيط الهادي (الباسيفيكي).

1515 ابتكار البنادق ذات الزنادات الدولابية.

1522 تصنيع بورسلان عالي الجودة مائل للزرقة في الصين خلال عهد تشاي تشنغ.

1522 تتوج استكشافات الملاح البرتغالي **فيردناند ماجلان** (حوالي 1480 – 1521) بالدوران حول الكرة الأرضية رغم أن ماجلان نفسه قتل في الفلبين قبل انتهاء الرحلة بعام.

ليوناردو دافنشي (1452–1519)
LEONARDO DA VINCI



▲ كان ليوناردو دافنشي أحد أكثر رجال عصره تعدد مواهب، ترك وراءه إرثاً من اللوحات والرسومات والمدونات التي تظهر مدى إستثنائياً من المهارات.

ليونـاردو دافنشـي. فنان ومعماري ونحات ومهندس إيطالي يعتبـر من أكثر العقول تعدد مواهب على مـر العصور. دون الكثير من التعليم الرسـمي اسـتمد دافنشـي معارفه من القـراءة ليصبح أحد أكثر فناني عصر التنوير (النهضة) شـهرة. كما أن له إسـهامات علمية عديدة، وبخاصة في علم التشـريح، كما صمم آلات مختلفة ترنو إلى التطورات المستقبلية في التكنولوجيا.

فيشـي قريـة صغيرة تقع شـمالي مدينة فلورنسـا بإيطاليا. ولد ليوناردو هناك في ربيع عام 1452 ابناً غير شـرعي لمحام فلورنسـي يعـرف باسـم سـير بييـرو دافنشـي، وعمل صبيـاً عندما بلغ السادسـة عشـرة من العمر عنـد الرسـام والنحات أندريه دل فيروتشـيو (1433 – 88). رسـم ليونـاردو مجموعة من المخططات التفصيلية لتشريح الجسم البشري وذلك للإعداد لرسم لوحاته، كما أن بعض هذه المخططات تظهر تشـريح الأعضـاء الداخلية للجسم، وإن بشكل غير صحيح أحيانا. والجدير بالذكر أن معظم معلوماتنا عن ليوناردو وأعماله مسـتقاة من مدونات ملاحظاتـه والتي مازال بعضها موجوداً في عددٍ من المكتبات العامة في أوروبا.

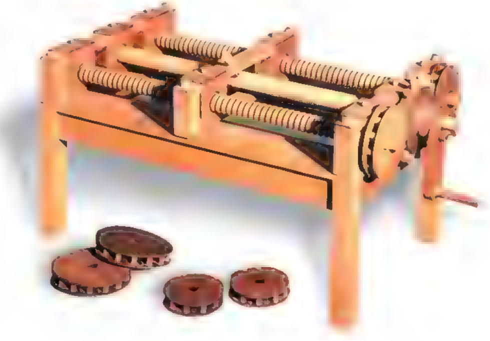
انتقل ليوناردو عام 1482 إلى مدينة ميلانو ليعمل لحسـاب لودوفيكو سـفورزا (1452 – 1508)، الذي أصبح فيما بعد دوق ميلانو. وخلال تواجده هناك رسم ليوناردو لوحة عذراء الصخور كجزء من لوحات مذبح كنيسـة فـي ميلانو. في عام 1497 أنتج جداريته الخالدة *العشـاء الأخير* برسـمها على جدار دير سانتا ماريا ديلي غرازيا. أبعد ليوناردو عن ميلانو بعد احتلال الجيش الفرنسـي لها عام 1499 ليعود إلى فلورنسا. وبعد ثلاث سنوات التحق بخدمة الجندي والمهندس والمعماري سيزار بورجيا (حوالي 1476 – 1507). خلال الفترة من 1505 – 1506 رسـم لوحته الأكثر شهرة *الجيوكندا* والمعروفة بشكل أكثر بلوحة *الموناليزا*.

لم يسـتقر المقام بليوناردو في فلورنسـا، إذ عاد إلى ميلانو عام 1506 خلال حكم الملك الفرنسـي لويس الثاني عشر (حكم خلال الفتـرة 1498 – 1515) والتحق بالعمـل عنده. ثم انتقل إلى روما عام 1513 ليستقر فيها ثلاثة أعوام ومن ثم إلى مدينة أمبيوز في فرنسا تحت رعاية فرنسيس الأول (حكم خلال الفترة 1515 – 1547) ليتقلد في بلاطه منصب «الرسـام الأول للملك ومهندسه المعماري ومهندسه». وبقي هناك في منصبة لبقية أيام حياته.

خلال حياته الحافلة بالانجـازات وضع ليوناردو مخططاتٍ لأعمـالٍ غطت مدى واسـعاً مـن الاهتمامات مـن مثل تصميم الحصـون والدفاعـات وأسـاليب الهندسـة المدنيـة والآلات الميكانيكية المختلفة. وصف ليونـاردو في مدوناته البكرات ونقل الطاقة باسـتخدام الأحزمة الناقلة ومخرطة تدار بالدوس على ركاب وقارباً يسـير بدولاب الدوس وآله لشحذ وصقل العدسات الزجاجية. ابتكر ليوناردو آله لقياس سرعة السفن وأخرى لقياس شـدة الريح. كما أنه وضع مخططا لجهـاز الأوديوميتر، مقياس المسـافة التي تقطعهـا عربة، وذلك اعتماداً على تصميم سـابق للمعمـاري الرومانـي ماركوس فيتروفيوس بوليـو (ولد عام 70 ق.م.). صمم ليوناردو أيضاً المضخات والعربات الآلية، بل وحتى آلة حفر لشـق القنوات. ومن متابعتـه لآلية طيران الطيور صمم ليوناردو آلة الأورنيثوبتر، وهي آله بشـرية أعلى كثافة من الهواء تطير برفرفة أجنحة مثبتة على أطراف جسم الإنسان. (وبالطبع لا يمكـن لهذه الآلـة البشـرية أن تنجح نظراً لاسـتحالة توفير الأجنحـة القدرة اللازمة لمقاومة الجاذبيـة الأرضية). كما تضم مدونات ليوناردو تصاميم غير عملية لدبابة على هيئة سـلحفاة وغواصه وهيلوكوبتر. أما الرسـومات التـي أنجزها عام 1485 لتصميم بارشوت هرمي الشكل فهو تصميم أكثر قابلية للتطبيق، بل يعتقد أنه صنع نموذجاً صغيراً وجربه أيضا.

رغم أن ليوناردو كان مهندسـاً عملياً اسـتثنائياً بيد أنه لم يكن يعرف المبـادىء النظرية فـي الميكانيكا (ولعل ذلـك يرجع إلى عدم دراسـته أو تعلمـه للرياضيات). ولم تختلف أفـكاره في العلوم كثيرا عن تعاليم العالم والفيلسـوف الإغريقي *ارسطو (382 – 322 ق.م.)* الـذي عاش قبل 18 قرنا من زمن ليونـاردو. وبغض النظر عن ذلك فقد جعلت مواهبه العديدة التي غطت مجالات الفن والعلوم منه رجل عصـر التنوير الحقيقي. وبعد وفاة ليونـاردو عام 1519 قام صديق حياته الرسام فرانسيسكو ميلزي (1493 – 1570) بالاعتناء الكامل لجمع لوحاته وأوراقه والنماذج الخشـبية والمعدنية التي صنعها. لكن الكثيـر ممـا جمعه ميلزي فقد أو دمر بعد موتـه. ولم يتبق لنا اليوم إلا حوالي 7,000 صفحة من 13,000 صفحة من مدوناته، لكن هذا العدد أكثر من كافٍ للشهادة على عبقرية ليوناردو.

▼ الصورة لنموذج لآلة قطع من تصميم ليوناردو وتعمل بتنوير برغي. لاحظ أن البرغي المحزوز يقطع قطعة الخشب في المركز.



تواريخ مفصلية

1452 ولادة ليوناردو دافنشي.

1468 الاشتغال صبيا عند الرسام فيروتشيو.

1482 الانتقال إلى ميلانو للعمل عند سفورزا.

1499 الانتقال إلى فلورنسا.

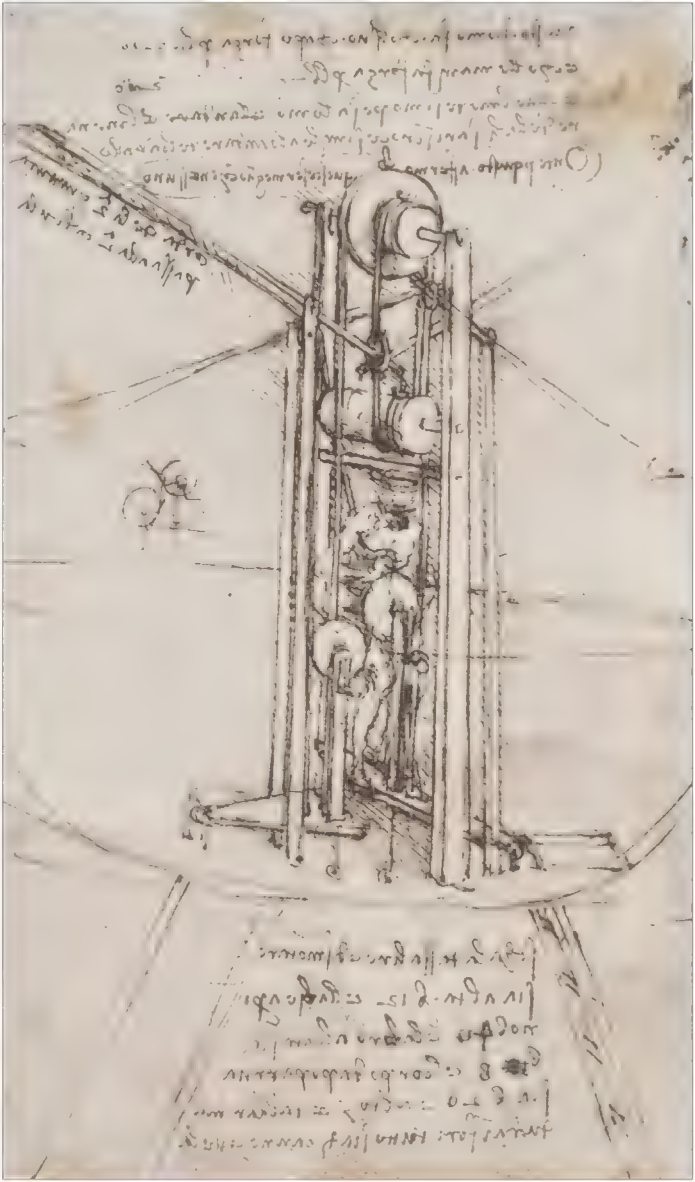
1502 العمل عند سيزر بورجيا.

1506 العودة إلى ميلانو والعمل عند الملك لويس الثاني عشر.

1513 الانتقال إلى روما.

1516 الانتقال إلى أمبوز بفرنسا.

1519 وفاة ليوناردو في أمبوز.



◀ تضم مدونات ليوناردو رسومات وملاحظات تفصيلية كتبت بطريقة «عكسية»، فكأنما أراد ليوناردو حماية أفكاره من السرقة، لكن يحتمل أيضا أن الكتابة بهذه الطريقة كانت أسهل عليه إذ أنه كان أشولا. في هذا التصميم غير العملي للآلة الطائرة يقف الطيار بشكل عمودي مستقيم ويحرك رجليه وذراعيه لإدارة زوجين من الأجنحة المرفرفة.

السفن الشراعية

SAILING SHIPS

يعود ظهور أول مركب شراعي إلى عصور ما قبل التاريخ المدون، ولذلك فمن المستحيل تحديد مخترعه أو مكان اختراعه بدقة. لكن من المؤكد أن الأشرعة رفعت على قوارب نهرية على شكل بوارج في بلاد ما بين الرافدين ومصر في حوالي عام 3500 ق.م.



▲ تبين سجادة البايو المزخرفة، يعود تاريخها إلى عام 1066، سمينة شراعية بدنها من النوع متراكب الألواح، وهي من أنواع السفن التقليدية في ذلك العصر.

تواريخ مفصلية

3500 ق.م رفع الأشرعة رباعية الشكل على القوارب النهرية.

القرن الثالث الميلادي ظهور الأشرعة المثلثة في المنطقة العربية ومنطقة حوض البحر الأبيض المتوسط.

القرن الحادي عشر عبور سفن الفايكنج المحيطات المفتوحة.

القرن الثالث عشر الكارفل.

القرن الخامس عشر القرقور.

القرن السادس عشر الغليون.

ظهرت أولى الأشرعة على هيئة ملاءة مربعة أو رباعية الشكل مصنوعة من الكتان تعلو صارية واحدة واستخدمت هذه الأشرعة بالإضافة إلى المجاديف لدفع القوارب إلى الإمام لكن استخدامها اقتصر على الإبحار في اتجاه الريح نفسه أو قريباً من ذلك الاتجاه على أبعد تقدير. بحلول القرن الثالث الميلادي استبدل العرب الأشرعة الرباعية بأشرعة مثلثة الشكل، والتي كانت أكثر قدرة على المساعدة في الإبحار باتجاه أكثر قرباً من اتجاه الرياح.

كانت السفن المشيدة في الشرق الأقصى أكثر السفن تطوراً في ذلك العصر. ففي القرن السادس الميلادي مخرت السفن الصينية الأنهار الواسعة في البلاد والتي تميزت بوجود عددٍ من الصواري «الينك» تحمل أشرعة مربعة الشكل في الأسفل وأخرى مثلثة الشكل في أعلى الصارية.

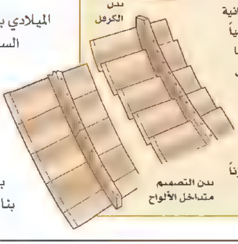
قاد الفايكنج تكنولوجيا صناعة السفن في أوروبا. تزودت سفن الفايكنج الطويلة، الكنور، بطاقة حركتها من المجاديف والأشرعة على حدٍ سواء، واستخدمت في غزو أوروبا ويحتمل وصولهم أيضاً خلال القرن الحادي عشر إلى أمريكا الشمالية.

كانت كل السفن التي صنعت في أوروبا خلال القرن الخامس عشر متراكبة الألواح (ويعني ذلك أن بدنها يحتوي ألواحا خشبية متداخلة). كما أن أشرعتها اتخذت التصميم الرباعي – الذي وفر قدرة كبيرة عند الإبحار مع اتجاه الريح فقط – وضمت أيضاً دفة تحكم مثبته من جانب واحد بمفاصل تعليق. أما السفن التي كانت تبنى في منطقة الشرق الأوسط فكانت مختلفة تماماً، إذ أن أبدان السفن الأخيرة مصممة على شكل الكرفل (العوارض الخشبية مقطعة على هيئة مربعات، – انظر الإطار إلى اليمين). كما أن صناع هذه السفن هجروا صناعة الأشرعة الرباعية مستخدمين عوضاً عن ذلك الأشرعة المثلثة المصنوعة من الكتان وتعرف باللاتين. ونظراً لصغر مساحة الشراع المثلث مقارنة بالشراع المربع توفر الرياح قدرة أقل لسفن اللاتين، لكن في مقابل ذلك توفر أشرعة اللاتين إمكانية أكبر للإبحار قريباً من اتجاه الريح مما يساعد على الحركة (في مسار متعرج) بكفاءة أكبر ويؤدي إلى إنقاص المسافة الكلية التي تقطعها السفينة عند إبحارها في مواجهة اتجاه الرياح السائدة.

بحلول عام 1200 شيدت سفن البحر الأبيض المتوسط لتحتوي على صاريتين وشراعين وسميت سفن الكارفل. ورغم أن الكارفل أسرع من السفن ذات الأبدان المتراكبة المستخدمة في الشمال لكنه أقل متانة منها. وخلال هذا العصر أضحت السفن بنوعيها أطول من سابقاتها. كما شيدت منصات للمعارك سميت قصوراً في صدر (مقدمة) وعجزها (المؤخرة).



من خلال الخبرات التي توافرت أخذ صناع السفن في غرب أوروبا في القرن الخامس عشر الميلادي بتصميم سفن تشمل ميزات كل تقانات النوعين السابقين. فبعض أنواع سفن الكارفل حولت أشرعتها من شكل المثلث إلى الشكل الرباعي، ومن أبرزها سفينة قيادة الرحالة **كريستوفر كولومبوس** (1451 – 1506) *سانتا ماريا*. لكن السفينة المخصصة للإستكشافات كانت دون ريب من نوع القُرقور – سفينة ذات بدن من نوع الكرفل مزود بدفة قيادة مفصلية التثبيت. تضمن التعديل أيضاً بناء قلعة واسعة كبيرة في المؤخرة الدائرية وصارية



تصميم بدن السفينة

صنعت أبدان السفن متراكبة الألواح بوضع ألواح خشبية متداخلة مع بعضها. ودعمت الألواح داخلياً باستخدام دعامات خشبية. جاء تصميم وبناء السفينة قبل اختراع المنشار، لذلك لجأ البناؤون إلى قطع الألواح باستخدام آلة يدوية حادة هي القدوم. ونتيجة لذلك كانت الألواح خشنة مما يعني عدم إمكانية صفها مع بعضها مباشرة. وعلى هذا الأساس فرض التصميم حدا طبيعياً أقصى لحجم السفينة – كان من المستحيل بناء سفينة يتعدى طولها 100 قدم (30 م)، إذ لم يكن ممكناً توصيل الألواح مع بعضها بشكل متين. وعلى الجانب الآخر، بنيت أبدان السفن في منطقة البحر الأبيض المتوسط باستخدام ألواح خشبية مربعة توضع داخل إطار مصنوع مسبقاً بحيث تتطابق الألواح بشكلٍ كاملٍ مع المساحات المحددة لها داخل الإطار. لم تكن هذه السفن المسماة بالكرفل مانعة لتسرب المياه مثل السفن متراكبة الألواح، لكن التصميم كان أقل وزناً ويسمح ببناء أحجامٍ أكبر.



رئيسية تحمل شراعاً مربعا وصارية «مزينية» تعلو القلعة (أي أقرب إلى مؤخرة السفينة) تحمل شراعاً مثلث الشكل. وفي وقت لاحق أضيفت صارية ثالثة عند صدر السفينة. علا الصارية الثالثة شراع مثلث الشكل استخدم في البداية كدفة تحكم، لكن في النماذج المتأخرة للقُرقور زيدت مساحة الشراع لزيادة سرعة السفينة بشكل كبير. تتناسب سرعة السفن طردياً مع مساحة أشرعتها، ولذلك حملت القراقير المبنية في نهايات القرن الخامس عشر أشرعة إضافية فوق الصارية الرئيسية في الصدر والعجز، كما أن بعضها حمل شراعا ثالثا منصوباً على الدقل، فوق الشراع الرئيسي الثاني. وأضيفت صارية رابعة، «البونافنتشر»، للقراقير الأكبر حجماً خلال القرن السادس عشر. تعتبر القراقير بكامل أشرعتها المنصوبة أماكن خطيرة للغاية، إذ أن الحبال المتشابكة مثل خيوط العنكبوت المتدلية تقع تحت تأثير توتر عال ناتج عن ثقل المساحة الهائلة للأشرعة الكتانية. ولذلك استخدمت القراقير بشكل واسع في الرحلات الاستكشافية وفي الحروب. بحلول القرن السادس عشر شيدت قراقير كبيرة ومتينة بما يؤهلها لحمل المدافع وتحمل قوة ارتدادها (عزم أو كمية حركة الارتداد) عند إطلاقها. وتعتبر السفينة *ماري روز* أكثر القراقير التي بنيت تطوراً، إذ كانت آلة حربية تجاري في نواحيها المختلفة سنام تكنولوجيا عصرها وجوهرة القيادة في أسطول الملك هنري الثامن (حكم خلال 1509 – 47)، وتم إغراقها عام 1545.

تطورت سفن الغليون من القراقير. تميز الغليون ببدن أطول ودفة تحكم مسطحة ضيقة وتثبيت مجداف أمامي مستدق طرفه باتجاه تمثال في مقدمة السفينة مثبت تحت صارية أمامية مدببة (الدقل). أدت هذه التعديلات على التصميم الأصلي للقرقور إلى تشييد سفينة أعلى سرعة وأكثر ثباتاً وأقل احتمالاً من أن تدفعها الرياح العاتية عن مسارها.

▲ تعتبر سفينة ماري روز أكثر السفن الحربية تطوراً في عصرها، ويعتقد أن بناءها تم في ميناء ساوثهامبتون جنوبي إنجلترا حوالي عام 1510. أجري تحديدان على السفينة عامي 1528 و 1536 مما إدى إلى زيادة وزنها. اغرقت ماري روز عام 1545 خلال معركة مع الأسطول الفرنسي مع خسارة بشرية تقارب 700 بحارا.

علم الفلك والرياضيات ASTRONOMY AND MATH

1525 يؤلف عالم الرياضيات الألماني كرستوف رودولف (1499 – 1542) أول كتاب ألماني في علم الجبر يدخل فيه رمز √ للدلالة على الجذر التربيعي.

1527 يضمن الفلكي وعالم الرياضيات والجغرافي الألماني بيتروس أبيانوس (1495 – 1552) إحدى مؤلفاته مثلث باسكال.

1541 ينشر الفلكي وعالم الرياضيات الألماني رهيتكوس (جورج فوق لوخن، 1514 – 74) مجموعة من جداول الدوال المثلثية (المترجم: الجيب – جيب التمام – الظل).

1543 ينشر الفلكي البولندي **نيكولاس كوبرنيكوس** (1473 – 1543) مؤلفه *حول دوران الأجرام السماوية الكروية*، ويقدم فيه نظريته حول مركزية الشمس في الكون.

1569 يبتكر رسام الخرائط الفلمنكي **جيراردوس ميركاتور** (1516 – 94) طريقة لرسم الخرائط بالإسقاط تعرف بخرائط ميركاتور. ينشر مواطنه أبراهام أورتيليوس (1527–98) بعد سنتين كتاب *مسرح العالم*، ويمثل أول خلاصة وافية للخرائط. لم تدخل مفردة «أطلس» الاستخدام حتى عام 1585 عندما بدأ ميركاتور إعداد كتاب حول الخرائط ضم غلافه صورة الجبار أطلس يحمل العالم على كتفيه.

العلوم الطبيعية والحيوية PHYSICAL AND LIFE SCIENCES

1525 يدخل الكيميائي السويدي الأصل باراسيلوس (فيليبوس ثيوفراستوس فون هوهنهايم، 1493–1541) مركب اللودانوم (مستحضر من الأفيون ويعرف بصبغة الأفيون أيضا) في المعالجة الطبية. يعتبر مؤلفه *الجراحة العظيمة* المنشور عام 1536 أول تحرر من تعاليم الطبيب الإغريقي غالن البيرغامُومي (حوالي 129 – 216).

1530 يصف المفكر والطبيب الإيطالي **جيرولامو فراكاسترو** (حوالي 1478 – 1553) أعراض مرض السفلس الذي ظهر في مدينة برشلونة بإسبانيا والذي جلبه معهم البحارة العائدون من أمريكا. وفي عام 1546 يبين أن الجراثيم هي سبب الأمراض.

1530 بداية العصر الحديث لعلم النبات الوصفي مع نشر كتاب *صورة حية للنباتات* لرجل الدين والطبيب السويسري أوتو برنفلز (حوالي 1489 – 1534) والفنان الألماني هانس فيدتز (توفي حوالي عام 1536).



ادخل اندريه فيسالو دقة جديدة في علم التشريح عام 1543 من خلال تشريحه التفصيلي لجسم الإنسان.

1540 يصنع الجراح الفرنسي أمبرورسي باريه (1510 – 90) الأطراف الصناعية. وبعد عشر سنوات يستحدث ممارسة ربط الشرايين بالأربطة خلال العمليات الجراحية.

1542 يشرح الطبيب الفرنسي جين فيرنل (1497 – 1558) حالات التهاب الزائدة الدودية.

1543 ينشر عالم التشريح البلجيكي أندريه فيرسالو (1514 – 64) كتاباً من سبعة مجلدات بعنوان *هيكل الجسم البشري*.

1550 يبدأ عالم الطبيعيات السويسري كونراد فون جيسنر (1516 – 65) إعداد موسوعته *تاريخ عالم الحيوان*. ينشر المجلد المعنون *الحيوانات والطيور والأسماك* ما بين عامي 1551 و1558، بينما يُنشر مجلد *الثعابين* عام 1587 وذلك بعد وفاته.

التكنولوجيا TECHNOLOGY

1525 استخدام الفوزية (بكرة الزنبرك) في ساعات الحائط الزنبركية. تتكون من بكرة مخروطية الشكل محزوزة السطح تلف عليها سلسلة تعمل على معادلة قوة شد الزنبرك مع استمراره فقد طاقته بمعدل بطيء.

1526 يدخل الجندي والمستكشف الأسباني فرانسيسكو بيزارو (حوالي 1475 – 1541) أمريكا الجنوبية (من بنما) ويصل أراضي بيرو لأول مرة.

1531 ينشر رجل الدين والكوزموغرافي الألماني سابستيان ميونستر (1488 – 1552) مؤلفه *هورولوجغرافيا* (علم الوقت)، يصف فيه كيفية تصنيع المزولة. كما يخترع «القمرية» لمعرفة الوقت خلال الليل. وفي عام 1544 ينشر كتاباً في جغرافية العالم بعنوان *الكوزموغرافيا الكونية*.

1533 يقدم كتاب *مبادئ الكوزموغرافيا الفلكية* للفلكي والجغرافي الألماني رغنيير جيما فرسيوس (1508 – 55) أول تفسير منشور لاستخدام الثليث (حساب المثلثات) في المساحة ورسم الخرائط. كما يشير إلى إمكانية تحديد خطوط العرض بمقارنة قراءة الساعة بالقراءة التي يمكن استنباطها من حركة الشمس.

1534 يقوم الملاح الفرنسي جاك كارتييه (1491 – 1557) بأولى رحلاته إلى خليج سانت لورانس. ويدعو في رحلته الثانية عام 1536 إلى ملكية فرنسا لكندا. وخلال رحلته الثالثة عام 1541 يعتزم إقامة مستعمرة هناك، لكنه يعود إلى فرنسا بعد عام واحد لإخفاقه في مهمته.

1535 ظهور أجراس الغوص في أوروبا لاستخدامها عند تشييد أساسات الجسور والبحث عن حطام السفن الغارقة. يستخدم الإيطاليون جرساً ذا وعاء زجاجي عند فحصهم السفن الغارقة في بحيرة نيمي على تلال البان قرب مدينة روما.

1537 يخترع عالم الرياضيات الإيطالي نيكولو تارتاغليا (1499–1557) الربعية التي تستخدم في تصويب المدافع نحو أهدافها.

1540 يؤلف عالم التعدين الإيطالي فانوتشيو بيرنغوشيو (1480–1539) كتاباً حول الألعاب النارية، ويتضمن وصفاً لآلات تثقيب مواسير المدافع التي تدار بالدواسات.

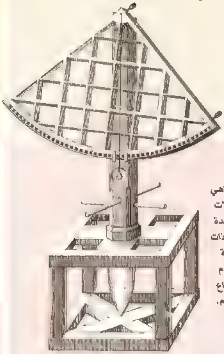
1545 تُدخل دار سك العملات في فرنسا آلة كبس بيرغي لسك قطع العملات المعدنية.

علم الفلك والرياضيات ASTRONOMY AND MATH



طور جيراردوس ميركاتور عام 1568 نظام الإسقاط الذي يحمل اسمه لرسم الخرائط. في هذا الأسلوب يتم إسقاط كرة تمثل الأرض على سطح اسطواني. لمعرفة كيفية رسم الخريطة تخيل اسطوانة ورقية ملفوفة حول الكرة الأرضية ينبثق شعاع ضوئي من مركزها على نقاط خطوط الطول والعرض المختلفة. يمسح شعاع الضوء خطوط العرض كخطوط افقية متوازية يزيد بُعد الواحد منها عن التالي له كما اقتربنا من القطبين. اما خطوط الطول فتظهر كخطوط عمودية متوازية يبعد كل منها عن الخط المجاور المسافة نفسها. يؤدي الإسقاط بهذه الطريقة إلى تشويه الصورة الحقيقية للأرض، إذ تبدو المناطق القريبة من القطبين أكبر من مساحتها الحقيقية – تبدو غرينلاند بحجم قارة إفريقيا، على سبيل المثال.

1573 ينشر الفلكي الدنماركي تاكو براهي (1546 – 1601) كتابه المعنون حول *النجم الجديد*، شارحاً ظهور مستعر أعظمي جديد في مجرة ذات الكرسي (سُمي بنجمة تاكو حينها).



صمم تاكو براهي العديد من آلات الرصد الجديدة من بينها آله ذات السُدس المبينة والتي تستخدم لقياس الارتفاع الزاوي للنجوم.

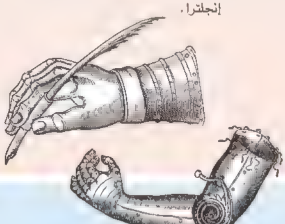
العلوم الطبيعية والحيوية PHYSICAL AND LIFE SCIENCES

1551 يكتشف عالم التشريح الإيطالي جابابيلو فالوبيو (1523 – 62) القناة الفالوبية (القناة التي توصل المبايض بالرحم). وبعد عام من ذلك يحدد عالم التشريح الإيطالي بارتولوميو إستاكيو (حوالي 1520 – 74) قناة إستاكيوس (القناة المتصلة بين الأذن الوسطى والحلق).

1556 يجلب الراهب الفرنسي أندريه ثيفت بذور التبغ إلى أوروبا من البرازيل، وفي حوالي عام 1563 أدخلت البطاطس إلى إنجلترا.

1556 يُنشر كتاب *المعادن* لمؤلفه عالم المعادن الألماني جورجيوس أغريكولا (1494 – 1555)، وذلك بعد وفاته. يصف الكتاب كيفية تكون المعادن، كما يحتوي على معلومات حول التعدين وصهر المعادن.

1573 يصف عالم التشريح الإيطالي كوستانزو فارولي (حوالي 1543 – 74) الأعصاب البصرية.



وفرت وصلات الأطراف الإصطناعية التي ابتكرها أمبرويسي باريه لمرضاه مدى من الحركة. استخدمت لأول مرة عام 1540.

التكنولوجيا TECHNOLOGY

1546 يدشن صانع الأقمشة الإنجليزي وليام ستومبي مصنعاً للنسيج يحتوي على 30 نولا ويشغل 500 شخص وذلك في مدينة مالمسبري آبي في الجنوب الغربي لإنجلترا.

1551 يخترع عالم الرياضيات الإنجليزي ليونارد دغز (1520 – حوالي 59) آلة المزواة لقياس الزوايا في عمليات مسح الأراضي.

1555 يؤسس الطباع فرنسي الأصل كريستوف بلانتن (1514 – 89) دار طباعة في مدينة أنتورب في بلجيكا. مازالت بعض البنوط التي صممها قيد الاستخدام .

1555 تدخل الخدمة العربات التي تدفع يدوياً على قضبان حديدية في بعض المناجم في ألمانيا.

1561 يبتكر المهندس الفنلندي بيتر بروغل غواصاً آليا.

1562 يقوم الملاح الإنجليزي جون هوكنز (1532 – 95) بأولى رحلاته الاستكشافية إلى جزر الهند الغربية بغرض تجارة الرقيق من غرب أفريقيا. ويقوم برحلته الثانية عام 1564 والثالثة عام 1567 حيث اصطحبه المستكشف الإنجليزي **فرانسيس دريك** (حوالي 1540 - 96).

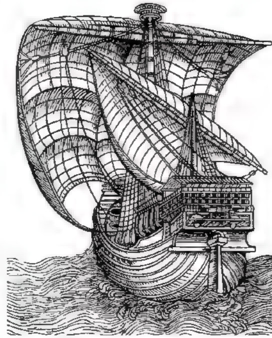
1567 يشيد المعماري الإيطالي بارتولوميو أماناتي (1511 – 92) جسر سانتا ترينتا على نهر أرنو في مدينة فلورنسا بإيطاليا. يتميز التصميم باستخدام الأقواس البيضاوية.

1570 ينشر المعماري الإيطالي أندريا بالاديو (1508 – 80) مؤلفه *الكتب الأربعة في المعمار*، يدعو فيه لاستخدام الجمالون الخشبي في تصميم الجسور. (المترجم: الجمالون مجموعة روافد أو دعامات على صورة مثلث لدعم الجسور أو الأسقف).

1573 يصمم البحار الإنجليزي همفري كول أداة اللوك لقياس سرعة المراكب في المياه. وتتكون الأداة من جذع شجرة ملفوف عليها حبل ذات عقد على مسافات متساوية عن بعضها، يقوم البحار بإلقاء الجذع في الماء ممسكاً بجزء من الحبل في يده، وبعد عدد العقد التي تمر عبر يده خلال زمن معين وبذلك يمكنه حساب سرعة السفينة. يعبر عن السرعة المحسوبة بهذه الطريقة «بالعقدة».

الرحلات والاستكشافات
VOYAGES OF DISCOVERY

مثّل عصر النهضة (التنوير) زمن إعادة الحياة للاهتمام بالفنون والعلوم. وفي الوقت نفسه شهدت الفترة عصر الاستكشافات وتحرر خلالها البحارة الأوروبيون من عتق البحر الأبيض بحثاً عن مسارات بحرية جديدة عبر المحيط الهندي وحتى جزر الهند الشرقية واستكشاف أراضي جديدة غرب المحيط الأطلسي.



▲ السفينة الشراعية المبنية من نوع الكارفل تعود إلى أوائل القرن الخامس عشر، وهو النوع نفسه كسفينة كولومبوس الشهيرة سانتا ماريا.

كان المعبر الوحيد للأوروبيين للوصول إلى الهند والصين يمر خلال الطريق البري الوعر «طريق الحرير» الذي أراد الرحالة الإيطالي ماركو بولو (حوالي 1254 – حوالي 1325) اكتشافه خلال القرن الثالث عشر. لم يكن فشلهم في اكتشاف طريق بحري جديد بسبب عدم فضولهم أو نقص الجسارة في نفوسهم، بل بسبب التكنولوجيا المتواضعة لديهم. فسفنهم ذات الأشرعة المربعة لم تكن صالحة بما يكفي للإبحار عبر المحيطات ذات الرياح متغير الاتجاه على الدوام. وعلى الطرف المقابل تمكن العرب بأشرعة اللاتين المثلثة التي علت أبوامهم الإبحار إلى السواحل الشرقية لإفريقيا، فتعلم الأوروبيون منهم ذلك. في حوالي عام 1445 طور صناع السفن البرتغاليون نوعاً جديداً من السفن أسموه الكارفل (ظهر أول ابتكار للكارفل خلال بدايات القرن الثالث عشر). يحتوي الكارفل ثلاث صواري تعلوها شراع رباعي واحد وعدد من الأشرعة المثلثة. ومع هذه الزيادة في صلاحية السفن للإبحار ومتانتها وقدرتها على المناورة دشن الأوربيون عصر الرحلات الطويلة عبر المحيطات.

أول المغامرين الأوروبيين في عبور البحار هو الملاح البرتغالي **بارثولوميو دياز** (حوالي 1450 – 1500)، الذي أبحر بأسطول صغير من السفن عام 1487 من البرتغال جنوباً ليصل الساحل الغربي لإفريقيا. لكن عاصفة هوجاء قادته جنوبا ليصل إلى أقصى طرف جنوبي للقارة الإفريقية، ولما لم يجد أرضاً شمال هذه النقطة التف حول رأس القارة ليصل الساحل الشرقي لإفريقيا عام 1488. سجل دياز رحلته تلك بتسمية رأس المنطقة رأس العواصف، لكن ملك البرتغال دوم خوا الثاني أطلق عليه مسمى رأس الرجاء الصالح. تبع دياز مواطنه الملاح البرتغالي **فاسكو دي غاما** (1460 – 1524) مقتفياً المسار نفسه، لكنه استمر شمالاً بعد عبوره رأس الرجاء الصالح ليعبر المحيط الهندي ويحط الرحال على الأراضي الهندية. دشن دي غاما برحلته مساراً جديداً نحو الهند وآسيا وفي نهاية المطاف إلى جزر التوابل (مجموعة جزر الملوك) بتوابلها الثمينة والتي وصلها في رحلته الثانية.

في الوقت ذاته نجح ملاح إيطالي من جنوا عام 1492 بإقناع ملك وملكه إسبانيا بتمويل رحلة استكشافية في محاولة لإيجاد مسار غربي للوصول إلى الهند عبر المحيط الأطلسي. كان هذا الملاح هو **كريستوفر كولومبوس** (1451 – 1506) وضمت رحلته ثلاث سفن: السفينة الشهيرة *سانتا ماريا* والسفينة *نينا* والسفينة *بنتا*، وكانت جميعها، مثلها مثل السفن البرتغالية، من نوع الكارفل. لكن، وبدلاً من أن يصل كولومبوس إلى الهند رست سفنه على سواحل جزر البهاما الحالية المقابلة للساحل الشرقي لأمريكا. ترك كولومبوس وراءه 39 مستعمراً على الجزيرة المسماة اليوم هايتي (أسماها هسبانيولا) وقفل عائداً إلى الديار عام 1493. قام كولومبوس برحلتين أخرتين: فيما بين عامي 1493 و1495 بأسطول ضم 17 سفينة و1،500 بحار، كما قام برحلة ثالثة خلال العامين 1498 وحتى عام 1500. استكشف كولومبوس خلال رحلته الثانية العديد من جزر البحر الكاريبي لترسو سفنه على الأراضي الرئيسية لأمريكا الوسطى، كما استكشف جزر الكاريبي. و في رحلته الثالثة بلغ ترنداد ومن ثم أمريكا الجنوبية. وقام برحلة رابعة وأخيرة (1502 – 1504) ليستكشف خليج المكسيك. أبحر كولومبوس مهتدياً بالنجوم لتحديد مساره ومستخدماً الجداول التي جمعها عام 1474 الفلكي الألماني **ريجومونتانوس** (يوهان ميوللر، 1436 – 76).



مع توفر إمكانية الوصول إلى الهند عبر المسارات الشرقية تساءل الناس حول إمكانية الإبحار حول جنوب أمريكا والاتجاه غرباً للوصول إلى الهند. كان رائد هذا التوجه ملاح برتغالي آخر، **فيرديناند ماجلان** (حوالي 1480 – 1521). لكن سفن البرتغالي ماجلان أبحرت تحت العلم الإسباني (الدولة التي مولت الرحلة) وضم تحت قيادته 265 بحاراً في أسطول مكون من خمس سفن وذلك في خريف عام 1519. عبر الأسطول جنوب المحيط الأطلسي تتقاذفه الأمواج العاصفة في محيط رأس القرن في أقصى طرف لأمريكا الجنوبية الذي سُمي بمضيق ماجلان تخليدا له. فقد الأسطول أربع سفن خلال إبحاره عبر المحيط الهادئ، كما قتل ماجلان عام 1521 في الفلبين خلال معركة مع أهالي المنطقة. وفي عام 1522 وصلت السفينة الوحيدة الباقية من الأسطول إلى إسبانيا تحمل 20 بحاراً فقط. لكن هذه المجموعة من البحارة كانوا أوائل من داروا حول الكرة الأرضية.

قام المستكشف الإنجليزي **فرانسيس دريك** (حوالي 1540 – 96) عام 1577 وحتى عام 1580 بثاني رحلة حول الكرة الأرضية على متن سفينته *الأيلة الذهبية*. مضى دريك في إشعال الحرب ضد السفن الإسبانية وتوفير المساعدات للمستعمرين في فرجينيا. وقتل على متن سفينته خلال رحلة استكشافية إلى جزر الهند الغربية.

تواريخ مفصلية

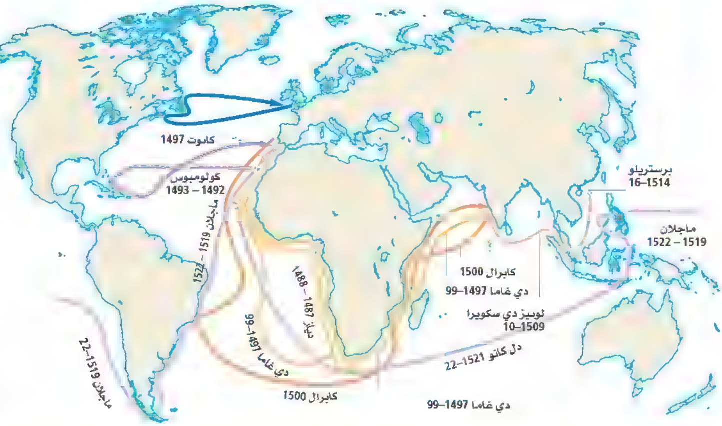
1488 يلف بارثولوميو دياز حول رأس الرجاء الصالح.

1492 وصول كولومبوس إلى أمريكا.

1498 وصول فاسكو دي غاما إلى الهند.

1519 – 1522 سفن ماجلان تبحر حول الكرة الأرضية.

انظر أيضا رحلات الفايكنج 2: 44–45؛ السفن الشراعية 3: 34-35؛ البطاطس والتبغ 3: 44–45؛ الملاحة البحرية 4: 36-37



▶ تمت غالبية رحلات الاستكشاف الأولى خلال 30 عاماً ما بين عامي 1492 و1522.

▼ في هذه اللوحة المحفورة الرائعة يقدم الأمريكيون الأصليون إلى كولومبوس بعض الهدايا الثمينة. تعود اللوحة إلى القرن السابع عشر.



كوبرنيكوس والكون شمسي المركز

COPERNICUS AND THE SUN CENTERED UNIVERSE



▲ قضى نيكولاس كوبرنيكوس العمر كله في تأمل السموات، ويعزى إليه الوصول إلى حقيقة أن الأرض والكواكب الأخرى تدور في أفلاكها حول الشمس.

«وأخيرا سنضع الشمس نفسها في مركز الكون. يشير إلى ذلك كله التتابع المنتظم للأحداث وتناغم الكون بأكمله، وإذا واجهنا الحقيقة بعيون مفتوحة كما يقولون» (كوبرنيكوس: حول دوران الأجرام السماوية).

ولد ميكولاج كوبرنيك في التاسع عشر من فبراير عام 1473 في بولندا، لكنه غير اسمه إلى المسمى اللاتيني المقابل، نيكولاس كوبرنيكوس، خلال دراسته بجامعة كراكو ما بين العامين 1491 و1494 – كان معتادا آنذاك للعلماء الأوروبيين استخدام اللغة اللاتينية في أعمالهم. شملت الدراسة الجامعية الأولى لكوبرنيكوس بجامعة كراكو وبولوغنا بإيطاليا مجالات علم الفلك واللغة اللاتينية والرياضيات والجغرافيا والفلسفة واللغة الإغريقية والقانون الكنسي. وبفضل المجال الأخير في دراسته عين بعد تخرجه كاهناً في كاتدرائية فراونبيرج في ألمانيا، وهو المنصب الذي احتله لبقية حياته رغم أنه لم يرسَّم فعلياً كقسيس. لكن علم الفلك بقي جوهر شغفه.

كان تدريس علم الفلك آنذاك يستند إلى تعاليم الفيلسوف الإغريقي **أرسطو** (384 – 322 ق.م.) والفلكي الإغريقي **بطليموس** (حوالي 100 – حوالي 170) وكذلك مؤلفات عالم الرياضيات الإنجليزي **يوهانز ساكروبوسكو** (توفي حوالي 1256). واعتبر مؤلف ساكروبوسكو *حول الأجرام الكروية في الكون* (نشر عام 1240) المرجع الرئيسي في علم الفلك لأربعة قرون بعد وفاته. كانت القاسم المشترك بين هؤلاء جميعا اعتبار الأرض مركز الكون ودوران الشمس والقمر والكواكب حولها. ونظراً لإيمان بطليموس بكمالية السموات استدعى ذلك حتمية دائرية أفلاك الأجرام السماوية. ولمعالجة ظاهرة شذوذ الأفلاك عن الشكل الدائري، بسبب شكلها الأهليجي أو البيضاوي فعلياً، أدخل بطليموس فكرة «المركز السطحي» لحركة الأجرام السماوية – حركة الكواكب في مدارات دائرية صغيرة مركزها على محيط المدار الكبير لها حول الأرض. ومن إبداعات بطليموس كعالم رياضيات صحة نتائجه الحسابية على الرغم من الخطأ المبدئي في نموذجه للكون.

أدرك كوبرنيكوس أن غالبية المعضلات الحسابية المتأصلة في نظام بطليموس تتلاشى إذا قبل المرء فكرة دوران الأرض حول الشمس، وليس العكس. وبشكل يدعو للاستغراب لم تمانع الكنيسة اشتغال كوبرنيكوس في علم الفلك، ويبدو أن خبرته كانت مشهورة – طلب البابا ليو العاشر استشارته في تنقيح التقويم الأكليركي (الكنسي) بعد اختلاف طوره عن بداية فصول السنة.

بحلول عام 1514 بدأ كوبرنيكوس توزيع نسخ من مؤلف صغير مكتوب بخط اليد يضع فيه القواعد الرئيسية لكون شمسي المركز، أو مركزه الشمس، وبمعنى أن مركز الكون يقع عند نقطة قريبة من الشمس، وليس الأرض، وأن الكون متسع بما لا يمكن للعقل تصوره، وأن الحركة الدورانية الظاهرية للنجوم وكذلك تغيرات الفصول المرتبطة بالشمس سببها دوران الأرض حول محورها وحركتها حول الشمس على التوالي وأخيراً أن حركة كوكبنا تؤثر على رصدنا لحركة الكواكب الأخرى. عرف الكتاب بعنوان *التعليق القصير*، ولم يضم الكتاب تفصيلات معالجة رياضية، كما أنه خلا من اسم مؤلفه، كوبرنيكوس، واحتفظ كوبرنيكوس بالمعالجة الرياضية لنموذجه لينشره في كتاب آخر أسماه «المؤلف الأكبر»، والذي استغرق ظهوره حياته بأكملها.

يعتقد أن كوبرنيكوس بدأ العمل في مؤلفه الكبير، *حول دوران الأجرام السماوية في أفلاكها*، عام 1506 ولم يكتمل حتى عام 1530. ونظراً لوعيه العميق بالآثار الجذرية لأفكاره على الكنيسة، التي كانت تعتنق مبدأ أن الأرض مركز خلق الله، تردد كوبرنيكوس في الإفصاح علناً عن نموذجه وسمح لعدد قليل من العلماء الاطلاع على مخطوط كتابه.

وقعت مهمة إقناع كوبكرنيكوس بنشر مؤلفه على عاتق تلميذه الفلكي الألماني رهيتكوس (جورج فون لوخن، 1514 – 1574). والحق يقال إن رهيتكوس مهد الطريق أمام نشر الكتاب من خلال نشر كتيب صغير عام 1539 بعنوان *التقرير الأول* ضمنه تقديماً لبعض أفكار كوبرنيكوس. مع انتهاء كوبرينكوس العمل في مؤلفه حمله رهيتكوس معه إلى نورمبيرغ لطباعته هناك، حيث وضعه بين يدي شخص يدعى أندرياس أوسيندر (1498 – 1552) للأشراف على طباعته. لكن أوسيندر لم يرتح للآثار المترتبة على اعتبار الشمس مركزاً للكون، بسبب توجهه الكنسي. بناءً على ذلك استبدل أوسيندر مقدمة الكتاب بمقدمة كتبها هو نفسه مؤكداً فيها حقيقة أن الأرض ثابتة وأن فرضيات حركتها حول الشمس ليست إلا وسيلة لتسهيل العمليات الحسابية المبينة في الكتاب. ومن غير المحتمل أن كوبرنيكوس كان سيوافق على هذه الإضافة، لكن يحتمل أنه لم يقرأ الكتاب بعد طباعته – إذ كان على فراش الموت عندما نشر الكتاب. وبالطبع كان رهيتكوس في غاية الغيظ بسبب المقدمة الجديدة.

تواريخ مفصلية

القرن الثالث ق.م. يقترح ارستاركوس الساموزي نموذجاً لكون مركزه الشمس.

1506 بدء كوبرنيكوس العمل في مؤلفه حول دوران الأجرام السماوية.

1514 ينشر كوبرنيكوس كتابه المنسوخ بخط اليد التعليق القصير.

1539 ينشر رهيتكوس كتيبه التقرير الأول تمهيداً لنشر مؤلف كوبرنيكوس.

1543 نشر حول دوران الإجرام السماوية.



▲ رسم أندرياس سيلاريوس عام 1661 هذه الخريطة الزاهية للنظام الشمسي. كانت أفكار كوبرنيكوس مقبولة لدى الناس حينها. يظهر كوبرنيكوس أسفل يمين اللوحة بينما يجلس على اليسار أرستاركوس الساموزي، أول من اقترح دوران الأرض حول الشمس.

فكرة من كانت؟

لم يكن كوبرنيكوس أول من اقترح الفكرة الراديكالية (الثورية أو الانقلابية) بدوران الأرض والكواكب الأخرى حول الشمس. فالفيلسوف وعالم الفلك الإغريقي أرستاركوس الساموزي (اشتهر خلال القرن الثالث قبل الميلاد) اقترح الفكرة ذاتها من قبل. كما أن رجل الدين الألماني نيكولاس من كوسا (1401 - 64) طرح أفكاراً قريبة من ذلك خلال القرن الخامس عشر. لم يقتصر تفكير كوسا على دوران الأرض حول الشمس، بل وضع تصوراً عام 1425 مبيناً فيه لانهائية الفضاء علاوة على أن النجوم في حقيقتها شموس تدور حولها عوالم آهلة بالسكان.

من أفكار كوسا التي ترددت أكثر من مرة ضآلة المعرفة البشرية. فهناك، بحسب معتقده، كم هائل من المعارف إلى درجة أن محاولة الإحاطة بها كلها تشبه محاولة معرفة بداية الدائرة. أصبح كوسا كاهن كنيسة بريسانون في إيطاليا عام 1450 وتوفي قبل تسع سنوات من ميلاد كوبرنيكوس. ومن المؤكد أن نشر تفاصيل مبادىء كوبرنيكوس كان أسهل لو قدر لأفكار كوسا الشيوع بشكل أكبر.

علوم الفلك والرياضيات ASTRONOMY AND MATH

1576 يُشيِّد الفلكي الدنماركي **تاكو براهي** (1546 – 1601) مرصداً ذا أغراض خاصة على جزيرة هفن ببحر البلطيق.

1584 يعلن الفيلسوف والراهب الإيطالي **جيودارنو برونو** (1548 – 1600) عن نظريته حول الكون اللامتناهي.

1586 يدخل الفيزيائي والمهندس وعالم الرياضيات الفلنلندي **سايمون ستيفن** (1548 – 1620)، ويعرف أيضا باسم ستيفنوس، الكسور العشرية في الاستخدامات اليومية.

1594 يستحدث عالم الرياضيات الإسكتلندي **جون نابير** (1550 – 1617) اللوغاريتمات «الطبيعية» (ذات الأساس e). ينشر عام 1614 جداول لهذه اللوغاريتمات.



يعتبر يوهانز كبلر أحد أهم الفلكيين خلال أوائل القرن السابع عشر. تستند شهرته الرئيسية إلى قوانينه الثلاثة حول حركة الكواكب والتي استنبط خلالها أن الكواكب تتبع مدارات إهليجية حول الشمس – وليست دائرية كما افترضها الفلكي البولندي *نيكولاس كوبرنيكوس* (1473 – 1543). وتقع الشمس عند إحدى بؤرتي المدار الإهليجي. حاول كبلر إيجاد علاقة بين مدارات الكواكب والأشكال متعددة الأضلاع الخمسة التقليدية: المكعب (6 أسطح)، رباعي السطوح، المجسم ثماني السطوح، العشرني الوجوه، الشعشري السطوح، لكنه كان أقل نجاحاً في هذا المسعى. أدخل كبلر هذه الأشكال مع بعضها بشكل متقن وافترض احتلال كل كوكب الحيز بين هذه الأشكال. نشر كبلر تفسيره عام 1609 في مؤلف بعنوان *الأسرار الكونية*.

العلوم الطبيعية والحيوية PHYSICAL AND LIFE SCIENCES

1576 يفسر العالم الإنجليزي **روبرت نورمان** الميل المغناطيسي ويقوم بقياسه، وتتعلق الظاهرة بميل إبرة البوصلة المغناطيسية نتيجة لوجودها في المجال المغناطيسي للأرض.

1580 يميز عالم النبات والطبيب الإيطالي بروسبيرو البيني (1553 – 1617) بين الأزهار المذكرة والمؤنثة.

1582 يكتشف العالم الإيطالي ***غاليليو غاليلي*** (1564 – 1642) ثبات الزمن الدوري للبندول (المترجم: للطول الواحد لخيط البندول بغض النظر عن الكتلة المعلقة، إذ يعتمد الزمن الدوري على الطول).

1583 يستنبط عالم النبات والطبيب الإيطالي أندريا سيسالبينو (1519 – 1603) نظاماً لتصنيف النباتات اعتماداً على تركيبها ويضمن ذلك كتابه *النباتات*.

1597 يمارس الجراح الإيطالي غاسبير تاغلياكوزي (1545 – 99) جراحات الأنف (ترقيع جلد الأنف لإعادة تشكيله).

1597 يحضر الكيميائي الألماني أندريس ليباو (حوالي 1540 – 1616) حمض الهيدروكلوريك. كما ينشر عام 1606 أول كتاب معاصر في الكيمياء بعنوان *الكيمياء*.

1600 ينشر الطبيب الإنجليزي **وليام جلبرت** (1544 – 1603) كتاب *المغناطيسية* يوضح فيه الخصائص المغناطيسية للأرض. (المترجم: جلبرت كان طبيباً وفيزيائياً وعالم طبيعيات وفيلسوف، كما يعتبره بعض علماء تاريخ العلوم أبا الهندسة الكهربائية)

1602 يستنبط العالم الإيطالي ***غاليليو غاليلي*** (1564 – 1642) قوانين السقوط الحر، أي أن معدل التغير في سرعة الأجسام التي تسقط نحو الأرض ثابت بغض النظر عن اختلاف أوزانها. (المترجم: النص الأصلي يكتنفه الغموض، وقد يفهم منه

استخدم تاغلياكوزي عام 1597 طريقة جديدة لتصحيح عيوب الوجه باستخدام ترقيع الجلد المأخوذ من الذراع (يثبت الجلد في موضعه باستخدام طقم المرس).



التكنولوجيا TECHNOLOGY

1580 يكمل المستكشف الإنجليزي **فرانسيس دريك** (حوالي 1540 – 96) رحلته حول الكرة الأرضية.

1588 يبتكر الطبيب ورجل الدين الإنجليزي تموثي برايت (حوالي 1531 – 1615) نظاماً للاختزال يستخدم فيه رموزاً للدلالة على الكلمات.

1588 يخترع رجل الدين الإنجليزي **وليام لي** (حوالي 1550 – حوالي 1615) آلة حياكة لتصنيع الجوارب (يطلق على الآلة مسمى إطار الجوارب).

1590 ينهي المعماري الإيطالي جياكومو ديلا بورتا (حوالي 1533 – 1602) والمهندس دومينيكو فونتانا (1543 – 1607) تشيت قبة القديس بيتر باسيليكا في روما باستخدام عقد القناطر (الأكتاف). الكاتدرائية من تصميم مايكل أنجلو (1475 – 1564).

1590 يبتكر صانع النظارات الطبية الألماني زكرياس جانسن (1550 – حوالي 1638) المجهر المركب باستخدام عدستين، عينية وشيئية.

1592 يصنع العالم الإيطالي ***غاليليو غاليلي*** (1564 – 1642) مقياساً حرارياً (ثرموميتر) مستخدماً أنبوباً مملوءاً بسائل ومفتوح من طرفه الآخر.

1596 يبتكر الكاتب الإنجليزي جون هارينغتون مرحاضاً بآله لدفق ماء التنظيف.

1598 يسجل المخترع الألماني كورنليس فان دربل (1572 – 1633) براءة اختراع ساعة حائط «آلية الملء». كما يخترع عام 1609

انظر أيضا تطورات في الرياضيات **3**: 10-11؛ الرحلات والاستكشافات **3**: 38-39؛ غاليليو غاليلي **4**: 8-9؛ المقاريب (التلسكوبات) **4**: 24-25؛ صهر الحديد **4**: 32-33

علم الفلك والرياضيات ASTRONOMY AND MATH

1596 يكتشف رجل الدين والفلكي الألماني **ديفيد فابريسيوس** (1564 – 1617) أول نجم متغير (نابض) هو نجم ميراسيتي.

1604 يكتشف الفلكي الألماني **يوهانز كبلر** (1571 – 1630) مستعراً في الحشد النجمي والذي عرف لفترة بنجمة كبلر. في عام 1609 يضع كبلر أول قانونين من قوانينه الثلاثة في حركة الأجرام السماوية.

1610 باستخدام مقراب حديث الابتكار يرصد العالم الإيطالي ***غاليليو غاليلي*** (1564 – 1642) أربعة أقمار من أقمار المشتري، كما يرصد الأخاديد على سطح القمر.

1610 يكتشف الفلكي وعالم الآثار الفرنسي **نيكولاس كلود دي بيريس** (1580 – 1637) سديم أوريون.

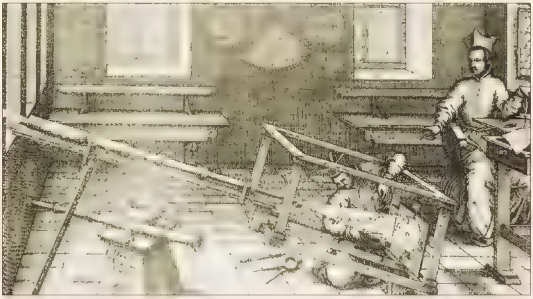
1611 يرصد الفلكي ورجل الدين الألماني **كريستوفر شتاينر** (1575 – 1650) البقع الشمسية (بشكل مستقل عن اكتشاف العالم الإيطالي ***غاليليو غاليلي*** لها).

1612 ينشر الفلكي وعالم الرياضيات الألماني **سايمون ماريوس** (1533 – 1624) أول وصفٍ لمجرة المرأة المسلسلة.

1617 يبتكر عالم الرياضيات الإسكتلندي **جون نابير** (1550–1617) «عظام» نابير، شرائح من الخشب أو العظام يُدون عليها تدريج لوغاريتي للمساعدة في الحسابات المتضمنة عمليات الضرب والقسمة.

1618 يبتكر عالم الرياضيات الإنجليزي وليام أوترد استخدام حرف «x» للترميز لعملية الضرب ويستبدله بالرمز X عام 1631.

1624 ينشر عالم الرياضيات الإنجليزي **هنري برجز** (1561 – 1630) جداول اللوغاريتمات «العادية» من العدد 1 إلى العدد 100,000.



رسم شاينر عام 1611 خريطة للبقع الشمسية بإسقاط ضوء الشمس من خلال مقراب على شاشة.

العلوم الطبيعية والحيوية PHYSICAL AND LIFE SCIENCES

بقاء سرعة الجسم في حالة السقوط الحر ثابتاً، وهو خطأ بالطبع. لذلك عُدل النص ليفيد المعنى المطلوب بشكلٍ واضح).

1603 يقدم عالم التشريح الإيطالي هيرونيموس فابريسيوس اب أكيوبندنت أول وصف دقيق واضح لصمامات الأوردة.

1614 ينشر الطبيب الإيطالي سانكتورس (1561 – 1636) كتابا حول القياسات الطبية ويؤسس بذلك دراسة الأيض.

1620 ينشر الفيلسوف الإنجليزي **فرانسس بيكون** (1561 – 1626) كتاب *الأدوات الحديثة في العلم*، يدعو فيه إلى تبني الأسلوب العلمي في برهنة النظريات بإجراء التجارب المقيدة بشروط مناسبة (الفرضيات، التجربة، النتيجة).

1629 ينشر عالم النبات السويسري جاسبارد باوهن (1560 – 1624) كتاب *النباتات الصنوبرية*، يصف فيه 6,000 نبتة.

1624 يستحدث الطبيب والكيميائي الفنلندي يان فان هيلمونت (1580 – 1644) مفردة «الغاز».

التكنولوجيا TECHNOLOGY

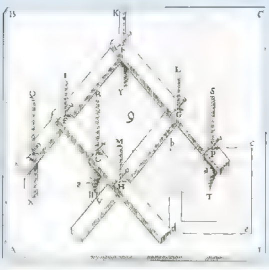
حاضنة لتقفيس البيض، ويعرض عام 1620 غواصة تعمل بالقوة البدنية.

1599 يصنع الفيزيائي والمهندس وعالم الرياضيات الفنلندي سايمون ستيفن، أو ستيفنوس، (1548 – 1620) «مركباً برياً»، وهو عربة شراعية تدار بطاقة الرياح.

1605 يبتكر الفلكي ورجل الدين الألماني كريستوف شاينر (حوالي 1573 – 1650) آله النسخ (المِنساخ) وهي آله لشف الرسوم بهدف تصغيرها أو تكبيرها.

1608 يخترع صانع العدسات الطبية الهولندي الأصل هانز لبرشي (حوالي 1570– حوالي 1619) المقراب الإنكساري (يستخدم في مقرابه عدستين).

1619 يدعي الحداد الإنجليزي دود دودلي (1599 – 1684) استخدام فحم «البيت» (الخث) لصهر الحديد (بدلا من الفحم النباتي). يمنح دودلي براءة اختراع للعملية بعد سنتين.



رسم شاينر عام 1611 خريطة للبقع الشمسية بإسقاط ضوء الشمس من خلال مقراب على شاشة.

1620 يبتكر عالم الرياضيات والفلكي الإنجليزي إدموند غنتر (1581 – 1626) سلسلة المساحة المعيارية ذات 22 قدماً (20 م)، كما يخترع آله حساب لوغاريتمية.

1622 يخترع عالم الرياضيات الإنجليزي وليام أوترد (1574 – 1660) المسطرة المنزلقة (المسطرة الحاسبة) باستخدام تدريج لوغاريتمي لإجراء عمليات الضرب والقسمة.

1623 يصنع عالم الرياضيات الألماني فلهلم شكارد (1592 – 1635) آله حاسبة خشبية («الساعة الحاسبة») مستخدماً تدريجاً لوغاريتمياً.

البطاطس والتبغ
POTATOES AND TOBACCO

أبحر المستكشفون إلى العالم الجديد في القرن السادس عشر بحثاً عن الذهب. ويشكل ما يمكن القول إنهم بلغوا غايتهم، ولكن بشكل غير متوقع تمثل في نوعين من النباتات ذات صلة ببعضهما: البطاطس، سولانيوم تبوروسيوم، والتبغ، نيكوتينيو تابوكيوم.



▲ يعود تاريخ اللوحة المنحوتة المبينة إلى القرن السابع عشر. ويبدو فيه نبات التبغ ورجل (إلى اليمين) يدخن أوراقه. وتدعي الكتابة على اللوحة «احتلال التبغ مركزاً متقدماً ضمن الأعشاب الطبية بسبب خصائصه الفريدة».

استغل الأهالي الأصليون لأمريكا الجنوبية البطاطس لطعامهم منذ حوالي 10,000 سنة على الأقل. ويحتمل أن درن البطاطس كان ينمو في البرية ويجمعه الأهالي، لكن هناك أدلة تشير إلى أن قبيلة الأنكاس بدأت زراعته منذ حوالي 6,000 سنة. بل طوروا أنواعاً من البطاطس درناتها مقاومة للصقيع.

البطاطس محصول غذاء رئيسي ممتاز. فهو مصدر غني بالكربوهيدرات وينمو في المناخ البارد والمعتدل وعلى المرتفعات العالية، حيث الظروف لا تناسب زراعة الحبوب مثل القمح والذرة. كما يمكن تخزين الدرنات بكل سهوله ونظراً لأنها عالية الصلابة يمكن تداولها دون عناية خاصة ونقلها مسافات طويلة دون أن تفسد. طور الأنكاس طرقاً لتجميد الدرنات المهروسة الجافة وتحويلها إلى دقيق (تشونو) يمكن تخزينه لسنوات ثم إعادته إلى سيرته الأولى بإضافة الماء إليه وطبخة لصنع نوع من أنواع الخبز.

يعتقد أن الإسباني خوان دي كاستيلانوس هو أول أوروبي تعرف على البطاطس وذلك في حوالي عام 1537. فخلال رحلاته في أمريكا الجنوبية صادف مخازن في منازل الأهالي تضم الذرة والبقوليات وشيئاً غريباً بالنسبة له أسماه «الكمأ». ولم يكن الكمأ الذي اكتشفه إلا البطاطس. في عام 1597 نشر الإنجليزي جون جيرارد (1545 – 1612) مؤلفه *المشبيات* ضمنه وصفاً تفصيلياً لنبات البطاطس.

أُدخل البطاطس إلى إنجلترا لأول مرة عام 1563 بواسطة الملاح الإنجليزي (والأدميرال لاحقا) جون هوكنز (1532 – 95)، لكن جعله غذاءاً شعبياً سار بوتيرة بطيئة. فهذا المحصول الأرضي الغريب القبيح الشكل نظر إليه الأوروبيون في البداية بنوع من الريبة، بل والاشمئزاز أيضا. اعتبر البطاطس قذراً وغير مقدس وبدائي – يليق فقط بالعبيد وليس المسيحيين «المتحضرين».

كانت إيرلندا من أوائل الدول الأوربية التي تقبلت البطاطس وذلك في حوالي عام 1600. ليس واضحاً تاريخياً من الذي جلب البطاطس إلى إيرلندا – يحتمل أن يكون الإنجليزي جون هوكنز أو المستكشف الإنجليزي وولتر رالي (حوالي 1554 – 1618). يزدهر نبات البطاطس في المناخ المعتدل الرطب، وخلال ستينيات القرن السابع عشر أسس نفسه كمحصول غذائي رئيسي، كما أن الغالبية العظمى من سكان أوروبا أصبحت معتمدة في غذائها بشكلٍ كامل على البطاطس خلال ثمانينيات القرن التاسع عشر. لكن البلاء حل عام 1845 عندما تعرض المحصول الوطني الرئيسي إلى ما عُرف بآفة البطاطس التي سببتها فطريات تُسمى علمياً *فاتوفرلونا إنفستانوس*. وعلى مدى السنوات الأربع التالية أدت المجاعة إلى موت ما يربو على مليون فرد، كما هاجر مليون آخر إيرلندا بحثاً عن حياة أفضل في العالم الجديد، لكن غالبيتهم لقت حتفها في البحر.

إن الاعتماد الكلي على البطاطس كلف حياة الكثيرين. لكن، وبشكل عام، مثل أيضاً مساهمة إيجابية للتقدم البشري. ولا يمكن قول الشيء نفسه عن التبغ بالطبع. تحتوي أوراق نبات التبغ على مادة النيكوتين الكيميائية والتي تنتمي إلى عائلة القلويات العضوية تضم عدداً من المركبات من بينها الكافين. ومثل الكافين يتميز النيكوتين بأنه عقار منبه.

استخدم سكان أمريكا الأصليون التبغ منذ ما لا يقل عن 2,000 عام. وفي البداية كانوا يمضغون الأوراق أو يدخنونها باستخدام غلايين مصنوعة من الطين أو من الحجر أو من قصب السكر أو في لفائف من أوراق النخيل أو كوز الذرة مشدودة بحبل. اشتقت مفردة السيجار من كلمة سيجار التي تعني الدخان



تواريخ مفصلية

حوالي 8000 ق.م. حصاد البطاطس في أمريكا الجنوبية.

1492 إهداء التبغ لكريستوفر كولومبوس في الهاما.

القرن السادس عشر انتشار تدخين التبغ في أوروبا.

1537 إدخال البطاطس إلى أوروبا لأول مرة.

1560 يصف جين نيكوت الخواص الطبية للتبغ.

1597 وضع وصف تفصلي لنبات البطاطس.

1610 يلاحظ فرانسس بيكون الطبيعة الإدمانية للتبغ.

1845 - 1849 وقوع مجاعة البطاطس في إيرلندا.

فرانسيس دريك

يُعزى إدخال التبغ وكذلك البطاطس إلى أوروبا إلى الرحالة الانجليزي فرانسيس دريك (حوالي 1540 – 96)، الذي قدمهما هدية للملكة إليزابيث الأولى بعد عودته من رحلاته المتهورة إلى العالم الجديد. لكن الحقيقة أن دريك (على اليسار) ليس الأول في جلب أيهما. عاد دريك من رحلته الأولى التي استغرقت الفترة 1572 – 73 حاملاً معه التبغ ومن رحلته التالية عام 1580 حاملاً البطاطس، وذلك بعد 17 سنة من إدخال جون هوكنز للبطاطس إلى إنجلترا. لكن يعود الفضل بشكل كبير إلى دريك في شيوع البطاطس. جمع دريك البطاطس من تشيلي لكنه زار أيضا فرجينيا في أمريكا الشمالية خلال الرحلة نفسها. أدت هذه الحقيقة إلى انتشار القول الخاطئ الشائع بأن أمريكا الشمالية مصدر البطاطس.



في لغة المايا، أما مفردة التبغ أو التنباك أو التوباكو فاشتقاقات من كلمة توباغو بلغة المايا أيضاً وتعني نوعاً من الأنابيب، كما أطلق الاسم نفسه على إحدى جزر البحر الكاريبي.

عندما رسى **كريستوفر كولومبوس** (1451 – 1506) على شواطئ جزر البهاما عام 1492 أهداه السكان الأصليون الأوائل بعض الفاكهة والرماح وربطة من أوراق نباتات جافة. وبالطبع كانت الفاكهة والرماح أشياء مألوفة لكولومبوس، لكن أوراق النبات كانت لغزاً له فرماها جانبا. بعد عدة أسابيع لاحظ المستكشفان الإسبانيان رودريغو دي جيريز ولويس دي تورس استنشاق سكان كوبا الأصليون الدخان المتصاعد من إشعال لفيفة من أوراق النباتات خلال المنخرين مستخدمين عصا مصنوعة من قصب السكر على شكل الحرف Y. بدأ جيريز تجريب التدخين بنفسه، لكن هذه العادة جلبت له المتاعب عند عودته إلى موطنة إسبانيا، إذ أدى الدخان المتصاعد من فمه ومنخريه إلى إقناع السلطات بأن به مس من الشيطان وعلى إثر ذلك قضى جيريز سبع سنوات في السجن أطلق سراحه بعدها حين أصبح التدخين نشاطاً إعتياديا في إسبانيا.

▼ ثمن سكان أمريكا الأصليون التبغ عالياً وغالباً ما قدموه كهدايا لزوارهم. انتابت الدهشة المستكشفين الأوروبيين الأوائل عند رؤيتهم هذه الأوراق النباتية الغريبة؛ لكن سرعان ما انتشرت العادة لتزدهر استخدام الغليون الصحاري والسحار في أوروبا خلال القرن السادس عشر.



بدأ الأوروبيون زراعة التبغ في أمريكا الجنوبية عام 1531. جاء أول ذكر للنبات في لوحة «البنج الأصفر» المضمنة في كتاب نشر عام 1554 لمؤرخ العلوم الطبيعية الفنلندي ريمبرت دوديونز (1517 – 85). انتشر التبغ في أوروبا خلال الفترة من الخمسينيات إلى السبعينيات من القرن السادس عشر. وفي نهايات القرن السادس عشر ازدهرت زراعة التبغ بشكل كبير في أمريكا الجنوبية وشرقي أمريكا الشمالية واعتبر دواءاً لجميع الأمراض. كان يُنصح بتدخين التبغ لعلاج أمراض عدة من مثل وجع الأسنان والرائحة الكريهة للفم والتيتانوس علاوة على المفارقة في وصفه لعلاج السرطان. ألف السفير الفرنسي لدى البرتغال جين نيكوت (1530 – 1600) عام 1560 كتاباً حول الاستخدامات الطبية للتبغ، وتخليداً له دخل مصطلح نيكوتيانا علم النبات واشتقت منه مفردة النيكوتين.

لوحظت خاصية الإدمان على التبغ في وقت مبكر. تضمنت كتابات الفيلسوف الإنجليزي **فرنسس بيكون** (1561 – 1626) عام 1610 ذكراً لذلك. بل أن المشاعر ضد التدخين كانت عالية خلال القرن السابع عشر: منع التدخين في الأماكن العامة في الكثير من البلدان، كما أن الصين سنت الإعدام عقوبة لمن يخالف ذلك.

الأعلام 1000–1624 ميلادي
KEY PEOPLES 1000 A.D. – 1624 A.D.

أسماء الأعلام المكتوبة بالحروف الغامقة كتبت عنهم فقراتٍ في هذا الجزء من المجلد أو في جزء الأعلام في مجلدٍ آخر. أما المدونة اسماؤهم بالأحرف الغامقة والمائلة فلهم مقالات خاصة ضمن المجموعة.

ألبرتوس ماغنوس (1193 – 1280)

ولد ألبرتوس ماغنوس تحت مسمى ألبرت فون بولستادت وكان راهبا دومينيكيا ألمانيا ومفكرا وكيميائيا وعرف أيضا بلقب الطبيب العالمي. ولد في لوانجن بمدينة سوابيا في ألمانيا ودرس في جامعة بادوا بإيطاليا. درس علوم اللاهوت في عدد من الكليات وحاضر في باريس في الفترة من عام 1245 إلى 1254 حين عين رئيسا للكهنة الدومانيكيين في ألمانيا. تقلد منصب مطران مدينة ريجنزبيرج عام 1260 ليتقاعد بعد سنتين ويستقر في دير في مدينة كولون. وخلال وجوده في الدير ركز اهتمامه على الكتابة بما في ذلك الاشتغال بالكيمياء إذ ألف كتاب *الأملاح المعدنية* ضمنه وصفا لعدد 95 نوعا من الأملاح المعدنية والمركبات الكيميائية المختلفة. من بين تلك المعادن عنصر الزرنيخ، الذي تمكن من عزله من رهج النار (ملح معدني من كبريتيد الزرنيخ) عام 1250. استنبط توصيفه التفصيلي للنباتات والحيوانات من دراساته خلال رحلاته الطويلة سيراً على الأقدام. كان ماغنوس كثير القراءة ويبدو أنه درس أعمال الفيلسوف الإغريقي **أرسطو** (384 – 322 ق.م.) من الترجمة اللاتينية للمفكر الإسكتلندي **مايكل سكوت** (حوالي 1175 – حوالي 1235)، أعلنت الكنيسة الكاثوليكية في روما ترسيم ماغنوس قديساً عام 1931.

الحسن (حوالي 965 – حوالي 1040)

هو أبو علي الحسن بن الهيثم عالم الرياضيات العربي الذي ألف أيضا في الفلك والجغرافيا والفيزياء. ولد في البصرة واشتغل في بغداد حيث نشر رسالة حول حل المعادلات من الدرجة الثانية. ليس من الواضح إجراء ابن الهيثم التجارب المخبرية، لكنه ألف عام 1021 كتاباً في البصريات تطرق فيه لموضوعات العدسات والمرايا الكرية وانكسار الضوء في انتقاله خلال الغلاف الجوي. حاول تفسير ظاهرة تكون ألوان قوس قزح، مؤكدا على تشكلها في الهواء الجوي. عارض ابن الهيثم الرأي الخاطئ للمدرسة الإغريقية بأن الرؤية تتم من خلال انطلاق أشعة من العين تسقط على الأجسام من حولنا ومن ثم تنعكس من على سطوحها. وتمسك بالقول أن الرؤية تتم بانعكاس أشعة الشمس أو اللهب من على سطوح الأجسام ونفاذها عبر العين. يعزى إليه عند البعض اختراعه للغرفة المظلمة للتصوير باستخدام «ثقب دقيق» كنوع من العدسات البدائية. ترجمت أعماله إلى اللاتينية وانتشرت قراءتها في أوروبا.

ابن سينا (980 – 1037)

ابن سينا فيلسوف وطبيب فارسي كان له الأثر الأكبر في نقل أعمال الفيلسوف الإغريقي ***أرسطو*** (384 – 322 ق.م.) إلى العالم العربي. ولد في قرية قرب بخارى (في أوزبكستان حاليا) حيث درس هناك وارتحل إلى مناطق واسعة من العالم. درس أمهات الكتب العربية وأتقن علم الفلك واللغة الإغريقية والرياضيات وجميع الكتب المتوفرة أيامها في الطب. عُين طبيبا في البلاط وهو في عمر 18 سنة ثم أصبح وزيرا في بلاط البويهيين في مدينة همدان، كما عُين طبيباً خاصاً لعدد من السلاطين بداية من عام 1024. وعلاوة على تقديم أعمال أرسطو للعالم الإسلامي ألف ابن سينا أكثر من 100 كتاب في العلوم والفلسفة والدين. اعتبر كتابه *القانون في الطب* المؤلف عام 1000 مرجعاً رئيسياً لقرون عدة وأهله لتسميته غالن الإسلام.

بيكون، فرانسس (1561 – 1626)

فرانسس بيكون فيلسوف ورجل دولة إنجليزي ولد في لندن. درس القانون بجامعة كيمبردج وأصبح بعد تخرجه عام 1582 محامياً في المحاكم العليا ثم عضواً في البرلمان عام 1584. قلد عام 1603 وسام الفروسية وعين نائباً عاماً عام 1613 ورئيس مجلس اللوردات عام 1618. اتهم بالرشوة عام 1621 وحكم عليه بالغرامة والسجن. مات بعد خمس سنوات على إثر التجربة الوحيدة التي أجراها وكانت تهدف إلى إيجاد طريقة لحفظ اللحوم، إذ قام بملء بطن دجاجة بالثلج. لكنه أصيب خلال إجراء التجربة بداء ذات الرئة ومات على أثر ذلك.

نشر عام 1620 *الأدوات الحديثة في العلم* أيد فيه الأسلوب العلمي المستند على فحص النظرية من خلال تجربة محكمة (فرضيات، الملاحظة أو التجربة، النتيجة). أكد على المنطق الاستقرائي المبني على مشاهدة الظاهرات الطبيعية، بمعنى آخر اعتماد العلم على الحقائق الطبيعية وليس الاستدلال المنطقي فقط. اقترح إنشاء المعاهد العلمية وتحقق اقتراحه بعد 34 سنة من وفاته بتأسيس الجمعية الملكية في لندن.

بيكون، روجر (حوالي 1214 – 92)

عالم وفيلسوف إنجليزي يحتمل أنه ولد قرب لكتشستر جنوبي غرب إنجلترا. درس في جامعتي أوكسفورد وباريس حيث عين محاضراً عام 1241. برع في الفيزياء والكيمياء (ويقال أيضا) أنه برع في فنون السحر ولقب بكنية المعلم الرائع. بيكون هو أول أوروبي وضع توصيفاً تفصيلياً دقيقاً في كيفية صناعة البارود وذلك عام 1242. وفي حوالي عام 1247 بدأ بالتركيز على العلوم التجريبية، وبخاصة دراسة طبيعة الضوء وتكون قوس قزح. كتب موسوعته العلمية *المؤلف العظيم* خلال العامين 1266–1267 ضمنه اقتراحاً باستخدام العدسات المكبرة لطويلي النظر.

أدان الفرانسسكيون موسوعته وحاولوا منع نشرها عام 1277 وحكم عليه بالسجن في باريس بتهمة الزندقه و«الابتكارات المشبوهة»، كما تبين أعماله، بحسب نص الحكم. مات في أوكسفورد بعد وقت قصير من أطلاق سراحه من سجن دام 17 عاماً. تشتمل أعماله على مدى واسع من المعلومات العلمية والخيال العلمي، بما في ذلك إشارات إلى المقراب والمجهر وعربات النقل الآلية البرية والبحرية، بل وحتى آله طائرة أقل ثقلاً من الهواء لكنه بالطبع لم يخترع أيا منها.

براهي، تاكو (1546 – 1601)

تاكو براهي فلكي دنماركي وضع خريطة دقيقة لمواقع النجوم والكواكب قبل اختراع المقراب مستعيناً فقط بآلات بسيطة تستخدم العين المجردة. ولد تاكو، كما يشار إليه عادة، لعائلة من النبلاء في مدينة

كندستورب بالدنمارك، ورعاه أحد أعمامه الأثرياء. التحق بعددٍ من الجامعات بداية من عام 1559 فدرس علم الفلك والرياضيات والقانون. في حوالي عام 1571 شيد مرصداً خاصاً في مدينة سكين ونصب آله ذات ربع كبيرة فيه (قوس لتحديد مجال الرؤية بـ 90 درجة يحتوى خطاً عمودياً يستخدم كخط مرجعي). اكتشف عام 1572 مستعرا أعظميا براقا في الحشد النجمي (الجمهرة النجمية) ذات الكرسي. نال شهرة واسعة بعد سنة عند نشره تقريره حول النجم الجديد.

منح ملك الدنمارك فردريك الثاني براهي عام 1576جزيرة هفن في بحر البلطيق ومونه لبناء مرصد فيها، ليقضي العشرين سنة التالية في العمل في المرصد. أثبت رصده عام 1577 لمذنب ظهر حينها أنه يدور حول الشمس في مدار أكثر بُعداً عنا من مدار كوكب الزهرة، وأن ظهور المذنب ليس ظاهرة تتعلق بالغلاف الجوي للأرض كما كان يعتقد آنذاك. لكن تاكو استمر في الاعتقاد بدوران الشمس والقمر حول الأرض وهو اعتقاد تبناه العديد من الفلكيين من بعده حتى أواسط القرن السابع عشر.

برجز، هنري (1561 - 1630)

هنري برجز عالم رياضيات إنجليزي تبنى نظام اللوغاريتمات «الطبيعية» الذي استحدثه عالم الرياضيات الإسكتلندي **جون نابير** (1550 – 1617)، ولكن باستخدام العدد 10 أساسا. ولد برجز قرب مدينة هاليفاكس شمالي إنجلترا والتحق عام 1577 بجامعة كيمبردج ليتخرج منها عام 1581 ويعين عضو هيئة تدريس فيها عام 1589. أصبح أول أستاذ للهندسة بكلية جريشام في لندن عام 1596 وعين أستاذاً في علم الفلك بجامعة أوكسفورد عام 1619. بموافقة من نابير أصدر برجز عام 1617 جداول للوغاريتمات ذات العدد 10 أساسا (مما أدى إلى تسهيل العمليات الحسابية نظرا لأن $\log 1 = 0$) ونشر عام 1624 جدول «اللوغاريتمات العامة» مقربا أرقامها إلى 14 رقما معنويا. نُشرت مجموعته من جداول الدوال المثلثية عام 1933، وذلك بعد وفاته بمدة طويلة.

برونو، جيوردانو (1548 - 1600)

جيوردانو برونو فيلسوف وراهب إيطالي عارض التعاليم الفلكية *لأرسطو* (384 – 322 ق.م.) وأيد نظرية مركزية الشمس في الكون التي نادى بها الفلكي البولندي *نيكولاس كوبرنيكوس* (1473 – 1543). ولد قرب مدينة نابولي بإيطاليا، وأصبح راهباً يتبع الكنيسة الدومونيكية، لكنه لم يكن ملتزماً بما يكفي للبقاء في الدير، ولذلك فر منه إلى سويسرا عام 1578. بعد هروبه تجول في أنحاء أوروبا محاضراً ومعلما. قدم عام 1584 نظريته الخاصة القائلة بلانهائية الكون وكان جسوراً بما يكفي لنشرها في كتابه *حول الكون والعوالم اللامتناهية*. نتيجة لذلك اتهم برونو بممارسة الشعوذة فألقت محكمة التفتيش القبض عليه في مدينة البندقية. بعد ثماني سنوات من المحاكمة وجدته المحكمة مذنباً بالهرطقة وأحرق على الصليب في روما.

بوريدان، جين (حوالي 1300 – حوالي 58)

جين بوريدان فيلسوف أكاديمي فرنسي تنبأ بالمفهوم الحديث للعطالة. ولد في بيثون شمالي فرنسا ودرس بجامعة باريس تلميذا لدى الفيلسوف الإنجليزي وليام من أوكهام (حوالي 1285 – حوالي 1349). درس في باريس وألف كتباً في الفيزياء وعلم المنطق. اشتهر بشكل خاص لمعالجته معضلات اتخاذ القرارات من خلال المثال الذي يشار إليه عادة بمثال «حمار بوريدان». في المثال يوضع الحمار في مجال الاختيار بين كومتين من القش على مسافتين متساويتين منه، لكنه يموت جوعاً خلال محاولته اتخاذه لقراره. والمغزى وراء المثال أن الإرادة غير قادرة على العمل أمام خيارين متساويين في الدافع.

ابرز بوريدان عام 1355 مبدأ «الدفع» وهو، بحسب قوله، مسؤول عن إبقاء الأجرام السماوية في أفلاكها. وفكرة «الدفع» قريبة من مفهوم العطالة، وهي خاصية الأجسام لمقاومة التغير في حركتها.

كاكستون، وليام (حوالي 1422 – حوالي 91)

وليام كاكستون طباع إنجليزي وهو أول من طبع كتاباً باللغة الإنجليزية. ولد بجنوبي إنجلترا، والتحق في بداية حياته بالعمل صبياً لدى تاجر إنجليزي يعمل في مجال استيراد وتصدير البضائع الخشبية إلى القارة الأوروبية. رحل حوالي عام 1441 إلى مدينة بروجز ببلجيكا حيث أصبح ثريا. أمتهن حرفة الترجمة لإصدار مخطوطات متقنه لعملائه النبلاء. بعد تغير المناخ السياسي في بلجيكا رحل كاكستون عام 1470 إلى مدينة كولون بألمانيا بهدف تعلم الطباعة على مطابع الكبس التي ابتكرها **يوهانز غوتنبيرغ** (حوالي 1400 – 68). عاد كاكستون إلى بروجز وأسس داراً للطباعة مع شريكه النساخ الفنلندي كولارد مانشون. أصدرت الدار عام 1474 أول كتاب مطبوع باللغة الإنجليزية *قصص من طروادة* (ترجمة كاستون عن الفرنسية).

عاد كاكستون إلى إنجلترا بعد عامين وأسس داراً للطباعة تستخدم مكابس طبع خشبية وتقع على مقربة من كنيسة وستمنستر آبي في لندن. في عام 1477 صدر عن الدار أول إصدار لها بعنوان *أقوال الفلاسفة*. وعلى مدى 15 سنة التالية أصدرت الدار 73 كتاباً و33 مطبوعة أخرى فيما أصبح يعرف بمطبع كاكستون (مازال الاسم التجاري للمطبعة متداولا في بريطانيا).

كولومبوس، كريستوفر (1451 - 1506)

كريستوفر كولومبوس ملاح إيطالي اكتشف العالم الجديد عام 1492. ولد في مدينة جنوا بإيطاليا لأب يعمل جزاز أصواف. ركب البحر عندما كان في الرابعة عشر من العمر وتحطمت السفينة التي كان يركبها قرب السواحل البرتغالية وذلك في حوالي عام 1476. لكنه تمكن من النجاة بالسباحة مستخدماً خشبة طافية ليستقر في مدينة لشبونه. أبحر عام 1477 إلى آيسلندا على متن سفينة تجارية، كما أبحر إلى جزر رأس فيردي قبالة الساحل الإفريقي. بحلول عام 1484 توجه كولومبوس إلى إسبانيا ناشدا الدعم لرحلة تهدف إلى استكشاف مسار بحري غربي عبر المحيط الأطلسي إلى الهند. وحصل على مبتغاه برعاية الملك فيردناند الخامس (1452 – 1516) والملكة إيزابيلا الأولى (1551 – 1504) وتمويلهما للرحلة. بدأ كولومبوس الإبحار عام 1492 بمرافقة 120 رجلا على متن ثلاث سفن، حط على جزر الكناري قبل أن يصل جزر البهاما وكوبا وهسبانيولا (هايتي). ترك كولومبوس بعض رجالة هناك وقفل راجعاً بسفينتين ليصل إسبانيا عام 1493. أبحر كولومبوس ثانية في نهاية تلك السنة على رأس 17 سفينة ووصل خلالها إلى الدومينيكان في جزر الهند الغربية ليعود إلى إسبانيا عام 1495. بلغ سواحل أمريكا الجنوبية خلال رحلته الثالثة عام 1498 وفي رحلته الرابعة والأخيرة عام 1502 أبحر على الشواطئ الجنوبية لخليج المكسيك ليعود إلى إسبانيا عام 1504.

دي غاما، فاسكو (1460 – 1524)

فاسكو دي غاما ملاح برتغالي وهو أول من عبر المحيط الهندي بالتفافه حول رأس الرجاء الصالح وصولاً إلى الهند. (المترجم: سبق الملاحون العمانيون فاسكو دي غاما في هذا الاستكشاف، وكان أحمد ابن ماجد النجدي دليل دي غاما في هذه الرحلة. يعرفه البرتغاليون باسم أدمير التي والتي تعني أمير البحر أو الأدميرال). ولد دي غاما في مدينة سانيس قرب ستوبال جنوبي غرب البرتغال وركب البحر يافعا. قلده الملك البرتغالي مانويل الأول (1469 – 1521) قيادة البعثة الاستكشافية إلى الهند التي غادرت لشبونه عام 1497. أبحرت البعثة حول رأس الرجاء الصالح وبلغت مدينة مالندي على الساحل الشرقي لإفريقيا في السنة التالية. ومن هناك استأجر دي غاما دليلاً هنديا ساعده على الوصول إلى كلكوتا عام 1498. ونظراً للمقاومة الشرسة للأهالي اضطر دي غاما إلى مغادرة الميناء مخلفاً وراءه 40 قتيلاً من بحارته. عاد إلى لشبونه عام 1499 وبعد ثلاث سنوات قاد حمله مكونه من عشرين سفينة للانتقام لبحارته الذين قضوا في الرحلة الأولى. في طريقه إلى كلكوتا أسس مستعمرات في الموزمبيق وسوفالا (بييرا، موزمبيق حاليا). عاد إلى لشبونة عام 1503، بعد هجومه على كلكتا، حاملاً معه غنائم على ظهر 13 سفينة.

دافنشي، ليوناردو

انظر المجلد الثالث، الصفحات 32 – 33.

دياز، بارثولوميو (حوالي 1450 – 1500)

بارثولوميو دياز (أو بارثولوميو دياس) ملاح برتغالي وأول أوروبي يبحر حول رأس الرجاء الصالح. عينه الملك دوم خوا الثاني (1455 – 1495) قائداً على سفينتين في مهمة لاستكشاف الساحل الغربي لإفريقيا. دفعته العواصف حول الرأس الذي سماه رأس العواصف (سماه الملك لاحقا برأس الرجاء الصالح) لترسو سفنه على السواحل الشرقية لإفريقيا عام 1488. وبذلك اكتشف الطرف الجنوبي لإفريقيا فاتحاً مساراً بحرياً نحو المحيط الهندي وما يليه. التحق عام 1500 برحلة استكشافية إلى البرازيل بقيادة الملاح البرتغالي بيدرو كابرال (حوالي 1467 – حوالي 1520)، لكن فُقد أثره على إثر عاصفة خلال رحلة العودة من أمريكا الجنوبية.

دريك، فرانسيس (حوالي 1540 - 96)

فرانسيس دريك مستكشف وملاح إنجليزي وأول من دار حول الكرة الأرضية وذلك عام 1580. ولد في جنوب غرب إنجلترا وركب البحر عندما كان في الثالثة عشرة من العمر. أبحر في رحلة طويلة خلال منتصف الستينيات من القرن السادس عشر وحارب الإسبان قرب جزر الهند الغربية عام 1571 وقام بأعمال نهب السفن قرب بنما بعد سنة من ذلك. قام عام 1577 برحلة استكشافية للسواحل ما بعد مضيق ماجلان في حمله ضمت خمس سفن. وأصبح بذلك أول رجل إنجليزي يبحر حول رأس هورن، ونهب الغنائم من الإسبان في تشيلي وبيرو. فقدت أحدى سفينتيه وعادت الأخرى إلى إنجلترا. أكمل رحلته إلى فانكوفر لكنه لم يجد طريقا يسلكه للوصول إلى المحيط الأطلسي فأكمل رحلته جنوباً ليبحر بعد ذلك باتجاه الغرب عبر المحيط الهادئ ويصل إلى جاوه ورأس الرجاء الصالح وليصل إنجلترا عام 1580، في آخر المطاف. حارب الإسبان مرة أخرى عام 1585 ومد المستعمرين في فرجينيا بالمساعدات. مات على ظهر باخرته بينما كان في رحلة استكشافية لجزر الهند الغربية.

فابريسيوس، ديفيد (1564 - 1617)

ديفيد فابريسيوس فلكي ورجل دين الماني وهو أول من اكتشف النجوم المتغيرة. ولد في مدينة أيسنس وأصبح قسا للمدينتين الصغيرتين ريستوهاف وأوستيل. اكتشف النجم المتغير ميرا سيتي عام 1596 («متغير» يعني يتغير لمعانه بشكل دوري وتسمى النجوم النوابض أيضا). ساعد رصده لكوكب المريخ عام 1602 صديقه الفلكي البولندي **يوهانز كبلر** (1571 – 1630) في صياغة الأخير لقوانينه الثلاثة حول مدارات الكواكب. قتل عام 1617 على يد أحد أفراد أبرشيته.
قام ابنه الطبيب والفلكي يوهانز (1587 – 1616) برصد منتظم للبقع الشمسية بداية من عام 1610 وخلال الفترة نفسها تقريباً التي رصد فيها العالم الإيطالي *غاليليو غاليلي* (1562 – 1642) الظاهرة أيضا.

المزيف، جبر (ولد حوالي عام 1270)

كيميائي إسباني عرف بجبر المزيف – نظراً لكتابته تحت اسم جبر وهو الاسم اللاتيني لمفكر القرن الثامن الميلادي والطبيب العربي عالي القدر جابر ابن حيان (حوالي 720 – 803). ألف المزيف عدداً من الكتب في الكيمياء وممارستها. وصف كيفية تحضير حمض النيتريك وحمض الكبريتيك وصناعة الأفران – وهي ذات أهمية كبيرة في عصر كانت المختبرات تستخدم التقطير البطيء طويل الأمد بشكل واسع. كما ناقش المزيف محاولات من سبقوه من الكيميائيين بتحويل المعادن الرخيصة إلى الذهب. تبنى جبر المزيف غالبية نظريات الكيميائيين العرب. أقبل الأوربيون على قراءة أعماله بشكل كبير، وساعدت مقاربته الواقعية في طرح أفكاره على إزالة «الغموض» حول كيمياء الأقدمين.

فيبوناتشي، ليوناردو (حوالي 1170 - 1250)

ليوناردو فيبوناتشي عالم رياضيات إيطالي ويعتبر أول علماء الرياضيات المهمين خلال العصور الوسطى. ولد في مدينة بيزا بإيطاليا، ولذلك يلقب أحياناً بمسمى ليوناردو من بيزا. من مؤلفاته كتاب *الحساب* الذي نشر عام 1202 وضمنه النظام العشري للأعداد ومصدره الهند ووصل إلى فيبوناتشي عبر المؤلفات العربية، ومازال النظام قيد الاستخدام. كما يتضمن الكتاب بعض النظريات في الهندسة وطرق إيجاد جذور عدد من العلاقات الرياضية ونظرية التناسب، بالإضافة إلى شرح لمجموعة فيبوناتشي. تتكون عناصر المجموعة من أعداد بحيث يساوي أي عنصر فيها مجموع العنصرين السابقين له. فإذا بدأنا من العدد 1 تتخذ المجموعة الشكل 1، 1، 2، 3، 5، 8، 13، 21 ..... وهكذا. لكن أعظم مؤلفاته، *كتاب الأعداد المربعة*، ظهر عام 1225 وأهداه إلى راعيه الألماني الإمبراطور الروماني المقدس فريدريك الثاني (1198 – 1250).

فراكاستورو، جيرولامو (حوالي 1478 - 1553)

جيرولامو فراكاستورو مفكر وطبيب إيطالي وأول من اقترح (عام 1517) بأن الأحافير ليست إلا بقايا كائنات كانت حيه في يوم ما. ولد في مدينة فيرونا بإيطاليا وامتهن الطب حتى عام 1534، لكنه تقلد أيضاً عام 1502 منصب الأستاذية في الفلسفة بجامعة بادوا، التي كان طالباً فيها من قبل. شملت اهتماماته أيضاً حقول علم الفلك وعلم النبات والرياضيات والجغرافيا. درس نظرية الموسيقا وقرض الشعر، إذ كتب عام 1530 قصيدة باللاتينية بعنوان السفلس (الزهري) أو الداء الفرنسي. السفلس في القصيدة هو أسم راعي غنم، لكن

المفـردة أطلقت فيما بعد علـى المرض التي تصف القصيـدة أعراضه وظهـر في إسـبانيا مع عودة البحارة من أمريكا. في عام 1546 نشر كتاب *حول العدوى والأمراض المعدية* حدد فيه بشـكل لا يقبل الجدل الجراثيم كسـبب للأمراض، وأشـار، برؤية متميزة، إلى إمكانية انتشـار الأمراض بالملامسـة المباشرة مع الأسـرة والأغطية الملوثة بل وحتى عن بعد ودون ملامسة مباشرة.

فوست، يوهان (حوالي 1400 - 1466)

يوهان فوسـت صائـغ ذهب ومحام ومـراب ألماني أسس شـراكة مع الطباع الألماني **يوهانز غوتنبيرغ** (حوالي 1400 - 64) ومول إنشـاء أول دار للطباعة فـي أوروبا. ولد في مدينه مينـز بألمانيا، وقام عام 1450 (وكذلك عام 1452) بتقديم قرض لغوتنبيرغ والذي لـولاه لما كان بمقدور الأخيـر أكمال إعداد الكليشـهات لطباعة أول أنجيل. ونظرا لعدم تمكن غوتنبيرغ من سداد مبلغ القرض رفع فوست دعوى عليـه ليحصـل فوسـت تعويضاته لإنشـاء تجارة مشـتركة مـع صهره الطبـاع الألماني بيتر شـوفر (حوالي 1425 - 1502). نشر الشريكان عام 1457 كتـاب تراتيل دينية، وهو أول مطبـوع يحمل تاريخ الطباعة وصفحة العنوان.

جبلرت، وليام (1544 - 1603)

وليام جلبرت (أو جلبرد) طبيب إنجليزي، بحث أيضاً في الظاهرات المتعلقة بالكهرباء والمغناطيسـية. ولد في كولتشستر جنوبي شـرق إنجلترا وتخرج بدرجة في الفنون والطب مـن جامعة كيمبردج عام 1561. مارس الطب في لندن عـام 1573 وعين عام 1599 رئيساً للجمعية الملكية للأطباء. عين بعد سنة تقريباً طبياً خاصاً للملكة إليزابيث الأولى (1533 - 1603). لخص جلبرت نتائج تجاربه في حقل المغناطيسية في كتاب نشـرة عام 1600 بعنوان *حول المغناطيسـات*. بين فـي كتابه كيفية إنتاج مغناطيـس قوي بإضافة قطع من الحديد اللين إلى نهايتي حجر مغناطيسـي ضعيف، كما بين كيفية مغنطة الفولاذ بدعكه بالحجر المغناطيسـي. اسـتنبط أن الأرض تعمل كمغناطيس هائـل تقع قطباه قريبـاً من القطبيـن الجغرافيين (استحدث جبلرت مصطلح «القطب المغناطيسي»). بحث جبلرت أيضاً في الكهرباء الساكنة واقترح فكرة أن الكهرباء والمغناطيسية ليستا إلا تعبيرين عن قوة واحدة. لعب جلبرت دوراً مهماً في تعزيز الأسـلوب العلمي، كما نادي بـه العالم الإيطالي ***غاليو غاليلي*** (1564 - 1642). اعترافـاً بفضل جبلرت في حقل المغناطيسـية سميت الوحدة الفرنسية للقوة الدافعة المغناطيسية (المترجم: القوة الدافعة المغناطيسية هي شدة المجال المغناطيسـي في ملف يحتوي عدداً من اللفـات ووحدتها في النظام الدولـي للوحدات هي الأمبيـر، وحـدة التيار) بالجلبرت (يسـتخدم نظام الوحدات الفرنسية السنتيمتر والجرام والثانية).

غايدو دي أريزو (حوالي 991 - 1050)

غايـدو دي أريـزو راهـب إيطالي يتبع الكنيسـة البندكتية وأسـهم في تطوير علم الإعلام من خلال ابتـكاره نوعاً مـن الترميز الموسـيقي عام 1030. ورغم نسـبته إلى مدينـة «اريزو»، لكـن الاحتمال الأكبر أنه ولد قرب باريس بفرنسـا. عاش في دير قرب باريس قبل انتقاله إلى بومبوسـا قرب فرارا بإيطاليـا ومن ثم إلى أريزو. أدى اختراعه «للتدريج الكبير» أو السلم الموسيقي، إلى تمكين الرهبان من كتابه المقطوعات الموسـيقية ذات الأصوات المتعددة والمقطوعات الموسـيقية المنفردة على العود (أو أية آلـة وترية). يعـزى إلى غايدو أيضاً ابتكار السـلم الموسـيقى السداسـي الذي طورت منه الصلفجة (كتابة اللحن باسـتخدام المفردت محتوية أوت، أو، دو، ري، مي، فـا وهكذا - بدل الأحرف التي كانت تستخدم قبل ذلك).

غوتنبيرغ، يوهانز (حوالي 1400 - 68)

يوهانـز غوتنبيرغ طباع ألماني ابتكـر الطباعة في أوروبا باستخدام أحرف الطباعة المعدنية المحمولة. ولـد لعائلة ثرية في مدينة مينـز الصغيرة بألمانيا، ولا يعرف شـيء عـن حياته الأولـى. لكننا نعرف حملـه لقب أمه بدلاً من لقـب أبيه (كان لقب الأب جنزفلتش ويعني بالألمانية «لحم الأوز»). تأهل ليكون صائغ ذهب، ويبدو أنه تعلم صب المعادن خلال هذه الفتـرة. أقام في أوائل أربعينيـات القرن الخامس عشـر داراً للطباعة في مدينة سـترازبورغ بفرنسا حيث نفي سياسـياً إليها. اسـتخدم فـي الطباعة حروفاً من سـبائك الرصـاص مصبوبة في قوالب برونزية أو نحاسية، وتميزت الحروف بقابلية إعادة اسـتعمالها. عاد إلى مينز عام 1450 وكون شراكة مـع صائغ الذهـب والمرابي الألماني **يوهان فوست** (حوالـي 1400 - 66)، الـذي مـول الشـركة ومع الطباع بيتر شوفر (حوالي 1425 - 1502). اختلف غوتنبيرغ مع شـريكه فوسـت بعد سـنتين وطالبه فوست بمبلغ 2,000 جلدر كمردود على استثماراته. وبعد كسـب فوسـت دعوى التعويض استولى على أسـهم الشـركة وآلت المطبعة إليه. كون غوتنبيرغ شـراكة مع كونراد هومري وطبعا 300 نسـخة من الإنجيل باللاتينية عام 1455، وتعرف نسخ الإنجيل هذه بإنجيل غوتنبيرغ وهو أول كتاب طبع في تاريخ البشـرية. اسـتخدم لطباعة الإنجيل ورقاً مصنوعاً من الأسـمال البالية ومن أوراق التجليد. ومع زيادة عدد المطابع ودور النشـر فـي أوروبا طبع ما يزيد على عشـرة ملايين كتاب خلال الخمسـين سـنه التاليـة لطباعة الإنجيل. بلغ عدد دور الطباعة في أوروبا أكثر من 150 دارا. حصل غوتنبيرغ في نهاية المطاف على اعتراف السـلطة فـي مينز بانجازاته وذلـك عام 1465، وعين عضـواً في البلاط الملكي ومنح مكافأة مالية سنوية.

لي، وليام
(حوالي 1550 – حوالي 1616)

وليام لي مخترع ورجل دين إنجليزي أبتكر آله الحياكة، تعرف الآلـة عادة بإطار الجوارب. عاش قرب مدينة نوتنغهـام، ويعتقد أن ابتكاره يعود لعام 1588، وأن لم يكن هذا التاريخ مؤكدا. كون شراكة مع جورج بروك، ويشير عقد الشراكة إلى آلة لصنع الجوارب والأشياء الأخرى ذات الصلة بهـا. أعدم بروك بتهمة الخيانة العظمـي عام 1603، وبالطبع أنتهى عقد الشـراكة. حـاول لي عام 1605 إصدار بـراءة اختراع في لندن «لآلة حياكـة الجوارب الحريريـة». وعلى إثر رفض منحه بـراءة الاختراع رحل إلي مدينة رون بفرنسـا حيث أقام أربع آلات حياكة هناك ما بين عامي 1612 و 1615. توفي لي في فرنسا.

ليوناردو دافنشي (1452 - 1519)

انظـر المقالـة الخاصة: المجلد الثالث، الصفحات 32 - 33.

ماجلان، فيردناند
(حوالي 1480 - 1521)

فيردنانـد ماجـلان مـلاح برتغالـي كانـت حملته الاستكشـافية أول حملة ناجحة للدوران حول الكرة الأرضيـة. ولد فـي مدينـة فيلا رويـال وخدم في الجيـش في شـمال إفريقيا وجزر الهند الشـرقية. رعى الملك الإسـباني تشارلز الخامس (1500 - 58) خطة ماجـلان للبلوغ إلى جزر التوابـل (مولوكاس) بالإبحار غربا. وأقلعت سفن ماجلان الخمسة تحمل على متنهـا 265 بحارا. أبحر ماجـلان على امتداد سـاحل أمريكا الجنوبية جنوبا ودار حول رأس هورن (من خلال مضيق ماجلان) ليصل إلى المحيط الهادئ

(الباسيفيكي، كما أسماه ماجلان). عند وصول الأسطول إلى الفلبين قتل الأهالي ماجلان. قاد القبطان الإسباني خوان دل كانو (توفي عام 1526) السفينة الوحيدة المتبقية من الأسطول ليقفل راجعا إلى إسبانيا مع عشرين بحارا فقط وليصلها عام 1522. خلال الرحلة رصد ماجلان سحابتي ماجلان، وهما مجرتان صغيرتان وتعتبران أقرب المجرات إلى مجرتنا، الطريق الحليبي أو درب التبانة.

ماريوس، سايمون (1575 - 1624)

سايمون ماريوس فلكي وعالم الرياضيات ألماني وتلميذ للفلكي الدنماركي **تاكو براهي** (1546 - 1601)، ومن أوائل من استخدموا المقراب في الرصد. صنع مقرابه من عدسات نظارته الشخصية واكتشف بواسطته عام 1612 المجرة في الحشد النجمي المسمى المرأة المسلسلة، لكن ضعف قوة تكبير مقرابه لم تمكنه من كشف الشكل الحلزوني للمجرة. وادعى أيضاً اكتشافه لأقمار المشتري الأربعة الكبيرة عام 1609، أي بسنة قبل إعلان العالم الإيطالي ***غاليليو غاليلي*** (1564 - 1642) اكتشافه لها. لكن بعض الفلكيين يؤكدون أولوية اكتشاف غاليلو لها على الرغم من أن مسميات هذه الأقمار هي ذاتها التي أطلقها ماريوس عليها.

ميركاتور، جيراردوس (1512 - 94)

جيراردوس ميركاتور (أو جيرارد دي كريمر) نساخ (خطاط) فنلندي نال شهرته بشكل رئيسي لابتكاره عام 1568 طريقة ميركاتور لرسم الخرائط الإسقاطية. ولد باسم جيرهارد كريمر في روبلموند، فلاندرز، وأتم تحصيله العلمي بجامعة لوفين حيث تخرج عام 1532 حاملاً درجة في العلوم الإنسانية والفلسفة. امتهن صناعة الأدوات الميكانيكية ودرس الجغرافيا وعلم الفلك وأسس مركزاً للدراسات الجغرافية في مدينة لوفين (مدينة تقع في بلجيكا حاليا)، صنع نموذجاً للكرة الأرضية وعدداً من آلات المساحة. فر عام 1552 إلى مدينة دويزبيرغ بألمانيا هرباً من الاضطهاد الديني للبروستانتيين.

نشر ميركاتور عام 1569 أول خريطة بطريقة الإسقاط على سطح أسطواني وعرفت الخريطة باسمه. في هذا الأسلوب لرسم الخرائط ترسم خطوط الطول والعرض كخطوط مستقيمة تتقاطع مع بعضها بزاوية قائمة. ويمكن رسم أي موقع أو اتجاه على الخريطة كخط مستقيم، ولذلك يجد الملاحون فائدة كبيرة في استخدام هذه الخرائط. نشر ميركاتور عام 1585 كتابا في الخرائط زين غلافه بالجبار الإغريقي أطلس حاملاً الكرة الأرضية على كتفيه، ولذلك دخلت مفردة «أطلس» للتدليل على كتب الخرائط.

نابير، جون (1550 - 1617)

جون نابير عالم رياضيات إسكتلندي ابتكر اللوغاريتمات. ولد لعائلة من النبلاء قرب أدنبره. بعد دراسة مراحله التعليمية الأولى في فرنسا التحق بجامعة سينت أندروز وهو في الثالثة عشرة من العمر، لكنه لم يتخرج منها. بعد فترة تجوال في أوروبا عاد عام 1571 إلى إسكتلندا وشيد «قصرا» في إندرك واتخذ لنفسه حياة عملية، وأن كانت بصفة هاوٍ، لتعليم نفسه العلوم. استخدم الملح لتسميد أرضه الزراعية واخترع مضخة للمياه تدار بواسطة برغي للاستخدام في مناجم الفحم (منح براءة اختراع لها عام 1597).

ألف عام 1614 كتاب *وصف القوانين الرائعة للوغاريتمات*، وذلك انطلاقاً من اهتمامه بعلم الفلك، وضمن الكتاب شرحاً لنظام اللوغاريتمات الذي ابتدعه متخذاً من العدد e أساساً لنظامه (العدد e هو عدد أصم يظهر في العلاقات الجبرية). تعرف هذه اللوغاريتمات حاليا باللوغاريمات «الطبيعية» أو اللوغاريتمات النابيرية، كما أن عالم الرياضيات السويسري جوست بيرجي (1552 - 1632) ابتكرها بشكل مستقل. ناقش نابير نظامه الجديد مع عالم الرياضيات الإنجليزي **هنري برجز** (1561 - 1630) الذي نشر جداول اللوغاريتمات ذات العدد 10 أساساً، وذلك بعد حصوله على موافقة نابير. أدى تعديل برجز لأساس حساب اللوغاريتمات إلى تسهيل العمليات الحسابية ذات الصلة، واستخدم النظام في تصميم المسطرة المنزلقة (الحاسبة) التي ظلت قيد استعمال العلماء والتقانيين حتى عصر ظهور الآلات الحاسبة الإلكترونية الرخيصة. ابتدع نابير أداة حاسبة، عرفت بعظام نابير، تتكون من مجموعة من العظام أو قضبان العاج معيرة بأرقام ذات أساس لوغاريتمي.

نيكام، ألكساندر (1157 - 1217)

ألكساندر نيكام (يعرف أحيانا باسم نيوكوام، وهو تلاعب لفظي باللاتينية ليصبح معنى الكلمة «الشرير») مفكر إنجليزي ورجل دين وهو أول من أشار إلى البوصلة المغناطيسية في كتابات العالم الغربي. ولد في سينت البانز ورعته والدته مع ملك المستقبل ريتشارد الأول (1157 - 99) إذ ولد الاثنان في يوم واحد. تعلّم في سينت البانز وباريس (حيث درس أيضا) وعاد إلى إنجلترا ليمتهن التدريس. عين كاهناً في مدينة سايرنسستر عام 1213. ألف عام 1190 كتاب *الظاهرات الطبيعية* شرح فيه استخدام البحارة للبوصلة المغناطيسية، مما يمثل أول ذكر لهذه الأداة خارج الصين.

نيكولاس من كوسا (1400 - 64)

نيكولاس من كوسا (ويعرف أيضا نيكولاس كربس) رجل دين وعالم رياضيات وفيلسوف ألماني ومن أوائل القائلين بمركزية الشمس في نظامنا الشمسي. ولد في كوسا (كيوس حاليا) قرب مدينة ترير بألمانيا وأعُد ليكون قسيساً، ليصبح كاردينالاً عام 1448 ومطراناً لمدينة بريسانون بإيطاليا عام 1450.

توقع كوسا عام 1425 ما نادى به الفلكي البولندي ***نيكولاس كوبرنيكوس*** (1433 - 1543) بالتأكيد على دوران الأرض حول محورها دورة كاملة في اليوم الواحد ودورانها حول الشمس دورة كاملة خلال السنة. ورغم تعارض هذه المفاهيم مع التعاليم الكنسية يبدو أن نيكولاس أصاب نجاحاً أكبر من العالم الإيطالي ***غاليليو غاليلي*** (1564 - 1642) في عدم الصدام مع سلطات الكنيسة الكاثوليكية في روما بعد عشرين سنة من ذلك.

بيورباخ، جورج فون (حوالي 1421- 61)

جورج فون بيورباخ فلكي وعالم رياضيات نمساوي نشر عام 1459 جداول تبين مواقيت خسوف القمر، وظلت هذه الجداول قيد الاستخدام لقرنين من الزمن. كان بيورباخ منجم البلاط للإمبراطور الروماني المقدس فريدريك الثالث (1415 - 93) وأستاذاً للرياضيات وعلم الفلك بجامعة فيينا. نشر عام 1454 كتاب *النظرية الجديدة حول الكواكب*، حاول فيه الجمع بين فكرة **بطليموس** (حوالي 100 - حوالي 170) للمدارات الصغيرة ذات المراكز على المدارات الكبيرة للكواكب مع تعاليم ***أرسطو*** (384 - 322 ق.م.) بمركزية الأرض والكرات التي تدور حولها، وذلك بهدف شرح هيكل النظام الشمسي. وضع ترجمة جديدة منقحة لكتاب بطليموس *المجسطي* نشر بعد عام 1496، أي بعد وفاته، إذ أكمله من بعده تلميذه **ريجومونتانوس** (يوهان ميوللر، 1436 - 76).

ريجومونتانوس (1436 - 76)

ريجومونتانوس (أعطي أسم يوهان ميوللر عند ولادته) فلكي وعالم رياضيات ألماني. ولد في مدينة كونكسبيرج، تعرف المدينة باللاتينية مونز ريجوس ومنه أشتق اسمه ريجومونتانوس (تعني

ملك الجبل). درس في فيينا وسافر إلى إيطاليا قبل أن يستقر بمدينة نورمبيرغ بألمانيا عام 1471. أسس ريجومونتانوس دراسة الجبر والهندسة في ألمانيا وألف عدداً من الكتب حول آلات تقانية مختلفة طبعها في دار طباعته الخاصة. كان من أوائل الناشرين في علم الفلك وأنهى ترجمة لكتاب *المجسطي* **لبطليموس** (حوالي 100 – حوالي 170) بدأها أستاذه **جورج فون بيورباخ** (1423 – 1461) وضمت الترجمة شروحات وتعليقات عدة. نشرت الترجمة عام 1496 بعد وفاة الرجلين. كما يبدو أن ريجومونتانوس توصل إلى مفهوم الزيغ النجمي (التغير الظاهري لموقع النجم نتيجة للحركة الدورانية للأرض). توفي ريجومونتانوس بُعيد دعوة البابا سكستوس الرابع (1414 – 84) له للمساعدة في تعديل التقويم الكنسي.

ريتشارد الوولنغفوردي (1291 - 1336)

ريتشارد الوولنغفوردي فلكي وعالم رياضيات ورجل دين انجليزي ومن أول من صنعوا ساعات الحائط الميكانيكية في أوروبا. ولد في ولنجفورد قرب مدينة أكسفورد لأب يعمل حدادا، وتبناه، بعد موت والده، رئيس دير الرهبان في المدينة. درس ريتشارد بجامعة أكسفورد في الفترة من 1308 وحتى 1314 ورسم قسيسا عام 1317 في دير سينت البانز. عاد إلى أكسفورد حيث درس علم الفلك والرياضيات وألف عام 1320 كتاب *كوادريبارتيتيوم* (الكتب الأربعة)، وهو مؤلف من أربعة أجزاء في الهندسة. رجع إلى سينت البانز عام 1327 بعد تعيينه مطرانا هناك. في حوالي عام 1330 انهى العمل بساعة حائط معقدة تدق أجراسها كل ساعة وتظهر عليها حركة الشمس القمر والكواكب، كما توفر عرضا لظاهرتي الكسوف والخسوف. توفي نتيجة لإصابته بالجذام بعد زيارة إلى البابا في روما.

ساكربوسكو، يوهانز دي (توفي حوالي 1256)

يوهانز ساكروبوسكو (يعرف أيضا جون من هوليود وجون من هاليفاكس) عالم رياضيات إنجليزي أدخل عام 1243 النظام العشري للأرقام إلى إنجلترا من خلال مؤلفه *اللوغاريتمات*. يعتقد أنه ولد في هاليفاكس شمالي إنجلترا ونال تحصيله العلمي بجامعة أكسفورد ليدرس بعد ذلك في باريس. درس أعمال الفلكيين العرب والمجسطي **لبطليموس** (حوالي 100 – حوالي 170) واستعان بهذه المصادر لتأليف كتابه *حول كرات العالم* الذي أصبح على مدى أربعة قرون كتاب التدريس المعياري في الجامعات الأوروبية – طبع من الكتاب ستون طبعة بحلول عام 1547.

سكوت، مايكل (حوالي 1175 - حوالي 1235)

مايكل سكوت منجم إسكتلندي (يعرف أيضا بالساحر المذهل) أدخل إلى أوروبا مبادئ علم الفلك الإغريقي بحسب تعاليم *أرسطو* (384 – 322 ق.م.) من خلال ترجمة *كتاب الفلك* إلى اللاتينية من النسخة العربية للكتاب بعنوان كتاب علم الفلك من تأليف الفلكي العربي البتاني (البيتراجوس في اللاتينية توفي عام 1204). ولد سكوت في مدينة درم بشمالي شرق إنجلترا ودرس في جامعة أكسفورد وجامعة باريس وجامعة بادوا قبل أن يعين منجماً في بلاط الإمبراطورية الرومانية المقدسة لدى الإمبراطور فردريك الثاني (1194 – 1250). عاش في مدينة طليطلة بإسبانيا خلال الفترة من عام 1209 إلى عام 1220 ليغادرها بعد ذلك إلى إيطاليا حيث ألف كتاباً لتعلم التنجيم. قام بترجمة أعمال أرسطو من الإغريقية إلى اللاتينية ويبدو أن المفكر الألماني *البرتوس ماجنوس* (1193 – 1280) استعان بها.

ستيفن، سايمون (1548 - 1620)

سايمون ستيفن (أو ستيفينوس) عالم رياضيات ومهندس فلندي أدخل الكسور العشرية في علم الرياضيات. ولد في مدينة براجوس ودرس في مدينة أنتيرب ليصبح موظفا تجاريا. انضم إلى الخدمة العسكرية للحكومة الألمانية وعمل على تطوير التحصينات العسكرية للأمير موريس الأورنجي (1567–1625). صمم ستيفن بوابات تحكم للقنوات المائية في ألمانيا يمكن فتحها لغمر القنوات بالماء كوسيلة دفاعية ضد أي هجوم وابتكر عام 1599 «القارب الأرضي»، وهو عربة شراعية تدار بطاقة الرياح. أجرى العديد من التجارب في الميكانيكا وعلى الموائع والتي أدت (عام 1586) إلى إجراء التجربة الأسطورية للعالم الإيطالي *غاليليو غاليلي* (1564 – 1642) برمي كتلتين مختلفتين من السكون من قمة برج ليثبت وصولهما إلى الأرض في اللحظة نفسها. أقترح استخدام الأرقام المعنوية العشرية عام 1585 في كتابه *دي ثايندي* (فن الكسور العشرية).

تروتيولا السالبرنية (اشتهر خلال القرن الحادي عشر)

تروتيولا السالبرنية طبيبة أمراض نساء إيطالية وهي من أوائل الطبيبات الممارسات. كما أنها من أوائل النساء اللائي تقلدن مهنة التدريس الجامعي، إذ حاضرت عام 1073 بجامعة ساليرنو في موضوعات الولادة. كما أنها ألفت في مجالات العناية الصحية والاختلالات التي تصيب النساء. تبنت ممارسات آخريات اسمها الذي ترجم إلى الإنجليزية إلى «ديم تروت» (ويعني المرأة المتسلطة)، ويحتمل استخدام المؤلفين الذكور لهذه التسمية. ظهرت عدة كتب تحت عنوان تروتيولا الانجليزية وظلت مقروءة لعدة سنين.

أولوغ بيك (1394 - 1449)

أولوغ بيك أمير تتري وفلكي وحاكم تركي على مقاطعة مافيراناخر (أوزبكستان حاليا) سمي عند ولادته محمد طراق بن تيمور، ويعني لقبه، أولوغ بيك، «الأمير العظيم». ولد في السلطانية بإيران وترعرع في بلاط جده تيمورلنك (حوالي 1336 – 1405). أصبح حاكما على سمرقند عندما كان في الخامسة عشرة من العمر وشيد مرصدا هناك عام 1420. تكون المرصد من ثلاثة طوابق وزود بآلة ذات السدس من الرخام بارتفاع 130 قدما (40 م) – وبذلك فهو أكبر آله شيدت على مدى التاريخ. واستعان بآلته لقياس ارتفاعات النجوم بدقة تصل إلى بضعة أجزاء من الثانية. ضم المرصد أيضا محلقة كروية وأسطرلابا كبيرا. وضع أولوغ بداية من عام 1420 جدولا لمواقع الكواكب وفي عام 1437 أعد قائمة تحتوى على 992 نجما تسمى الزيج السلطاني (أو *الزيج الجرجاني*). يحتوي الزيج أيضا على جداول للدوال الجيبية، تصل دقة أرقامها إلى ثمانية أرقام معنوية.

الزرقالي (1028 - 87)

الزرقالي، واسمه الكامل أبو أسحق إبراهيم ابن يحي (يعرف أيضا باللاتينية أرزاكل)، فلكي عربي عمل في طليطلة بإسبانيا. نقح وحدث أعمال الفلكي والجغرافي الإغريقي **بطليموس** (90 – 168) وكذلك البيانات الرصدية للفلكي العربي الخوازمي (حوالي 780 – حوالي 850)، فأعد جدولا بمواقع الكوكب، *جداول طليطلة*. قدم عام 1075 فرضية مفادها بأن مدارات الكواكب إهليجية، وليست دائرية. قاس الزرقالي أيضا الحركة السنوية الظاهرية للأرض في القبة السماوية بالنسبة إلى النجوم البعيدة. وتعد القيمة التي استنبطها، 12 ثانية من الدرجة في السنة، قريبة جدا من القيمة المعاصرة، 11.8 ثانية.

معجم المصطلحات

GLOSSARY

اختصارات

ولد: (لشخص متوفٍ لا يعرف عنه إلا تاريخ ولادته).

حوالي: (السنة التي ولد أو توفي فيها الشخص تقديرياً).

توفي: (لشخص متوفٍ لا يعرف عنه إلا تاريخ وفاته).

تاريخ بين حاضنتين يتبعه خط (-): مثلاً بل غيتس 1955 - ، يعني أن الشخص مازال حياً عند كتابة هذا المؤلف.

اشتهر: (لشخص لا يعرف تاريخ ولادته أو وفاته)

آلة الربع Quadrant أداة ملاحية قديمة لقياس ارتفاع النجوم في السماء، ويتكون من شكل ربع دائري يتدلى منه خيط في نهايته ثقل.

آلة إفلات Escapement آلية للتحكم التدريجي في إطلاق الطاقة في ساعة حائط أو ساعة يد تعمل بواسطة ثقل ساقط أو نابض مضغوط.

أساس 10 Base 10 انظر عدد الأساس

أسطرلاب Astrolabe أداة فلكية وملاحية قديمة لقياس ارتفاع الشمس أو نجم لامع، ويمكن بذلك تقدير الوقت وكذلك خط عرض موقع السفن.

الكيمي Alchemy أساس علم الكيمياء الحديث، كان هدف الممارسين الأقدمين لهذا العلم تحويل المعادن الرخيصة إلى الذهب وكذلك إيجاد العلاج لجميع الأمراض بالإضافة إلى إطالة العمر أبديا.

إنصهار نووي Nuclear Fusion عملية دمج نواتين أو أكثر من نوى العناصر لتنتج عنصراً أثقل.

بارود Gunpowder يعرف أيضاً بالمسحوق الأسود. مزيج مسحوق قابل للاشتعال مركب من الكربون (الكربون النباتي) والملح الصخري (نيترات البوتاسيوم) والكبريت.

بوصلة Compass أداة ملاحية تتكون من إبرة مغناطيسية حرة الحركة يمكن لها الدوران حول نقطة تثبيتها وبذلك تشير دائماً إلى اتجاه القطب المغناطيسي الشمالي.

بوم Dhow سفينة ظهرت لأول مرة في بحر العرب، ولها في العادة صارية واحدة يثبت عليها شراع اللاتين مثلث الشكل.

جاذبية Gravity إحدى القوى الطبيعية الأساسية وتظهر بتجاذب الكتل في الكون بأسره مع بعضها. تدور كواكب المجموعة الشمسية في أفلاكها نتيجة لقوة جاذبية الشمس لها، كما أن سبب بقاء مادة النجوم مترابطة يعود أيضاً إلى قوة الجاذبية.

جبر (علم) Algebra فرع من فروع علم الرياضيات يعنى بدراسة الخصائص الرياضية ويرمز فيه للكميات المجهولة بأحرف.

حجر مغناطيسي Lodestone قطعة من معدن المغنتيت ذات خصائص مغناطيسية (جذب الحديد أو الفولاذ).

حساب مثلثات Trigonometry فرع الرياضيات الذي يعنى بدراسة الزوايا والمثلثات والدوال الجيبية من مثل الجيب (الزاوية) وجيب تمامها وظلها.

حسبان Calculus فرع الرياضيات الذي يعنى بتحليل الكميات المتناهية في الصغر.

دولاب الموازنة Flywheel قرص ثقيل متصل بالمحور الرئيسي لإدارة آية آلة وتعمل على تنعيم التغيرات في الحركة كما يستخدم مخزناً للطاقة لاستعمالها حين الحاجة.

زيج (المناخ) Almanac نشرة حولية تضم في الغالب بيانات فلكية وأخرى عن الأرصاد الجوية.

سحابة أوورت Oort Cloud منطقة كروية يعتقد بأنها تحيط بالنظام الشمسي تتواجد فيها المذنبات بأعداد هائلة.

سديم Nebula سحابة من الغبار والغازات في الفضاء والتي يمكن للناظر من الأرض رؤيتها لأنها تبث الإشعاع أو تعكس إشعاع النجوم الساقط عليها أو تمتصه.

شمال مغناطيسي Magnetic North الاتجاه الذي تأخذه إبرة مغناطيسية حرة الحركة. لا ينطبق اتجاه المجال المغناطيسي على اتجاه الشمال الجغرافي، ويتغير بشكل بسيط على مدى السنين.

شمس Sun أي جرم سماوي يشبه شمس مجموعتنا الشمسية.

شمس (ال) Sun, the النجم الواقع في مركز المجموعة الشمسية وتدور الأرض والكواكب الأخرى في أفلاكها حولها.

عجلة التاج Crown Wheel ترس تبرز أسنانه لتشكل جوانب الأسنان المدببة شكل تاج وهو جزء من نظام الإفلات في الساعات الميكانيكية.

عدد الأساس Base Number في نظم كتابة الأعداد ذات القيمة الموضعية يمثل عدد الأساس وحدة النظام بحيث تتغير القيمة إلى الدرجة الأعلى عند تغير موضع هذه الوحدة. عدد الأساس في النظام العشري المستخدم اليوم، مثلاً، هو العدد 10، وبذلك فإن العدد 87 يتكون من عشرة «ثمانيات» مضافاً إليها سبع وحدات. استخدم البابليون العدد 60 أساساً لنظامهم.

فتيل البندقية Matchlock طريقة قديمة لإشعال ذخيرة المسكيت الذي يلقم من ماسورته. تثبت قطعة معدنية على شكل الحرف S في نهاية برميل مغطى بحبل مشبع بالملح الصخري، يشعل «الفتيل» ويحرك ليشعل بدوره بارودا موضوعا في صحن، وبذلك تشعل الذخيرة الرئيسية.

فلسفة Philosophy نظرية تقوم عليها النشاطات الفكرية في مجالٍ ما.

فيزياء Physics في الأصل معارف الأشياء الطبيعية، لكن المصطلح يعني اليوم العلوم التي تهتم بدراسة خصائص المادة والطاقة والتفاعل فيما بينهما.

قداحة Flintlock آلية إشعال الذخيرة في مسدس أو فوهة مسكيت. يتم حشو الفوهة من خلال مقدمة ماسورة السلاح وتكبس كرة من الرصاص فوق الذخيرة. تتصل الذخيرة بواسطة زعنفة في نهاية الماسورة بمادة إشعال (بارود ناعم) أولية موضوعة في صحن. عند سحب الزناد تصدر شرارة من القداحة فتشتعل الشحنة الأولية ومن ثم الذخيرة التي تطلق الكرة من الماسورة.

قرقور Carrack سفينة شراعية ضخمة تحتوي على ثلاث أو أربع صواري طورت أساساً في منطقة حوض البحر الأبيض المتوسط خلال القرن الخامس عشر.

قمر Moon التابع الطبيعي لأي من الكواكب.

قمر (ال) Moon, the التابع الطبيعي الوحيد للأرض.

قناة Aqueduct بناء على شكل جسر يشيد عبر الأنهار أو على الأراضي المنخفضة بهدف دعم مجرى مائي إصطناعي ينقل المياه بالاستعانة بالجاذبية.

كارافل Caravel مركب شراعي صغير سريع يعتقد أن مصدره البرتغال ظهر أوائل القرن الثالث عشر ميلادي. تميز المركب بوجود صاريتين أو ثلاث صواري تحمل أشرعة مثلثة الشكل (اللاتين).

كتلة Mass كمية المادة التي يحتويها جسمٌ ما، أو مقياس لمدى مقاومة الجسم للتعجيل عند تطبيق قوة عليه.

كسر عشري Decimal Fraction كسر يكون مقامه العدد 10 مرفوعاً إلى أي أس، مثل 10/8.

كليشيه خشبية Woodcut نوع من الطباعة يتم فيه قطع تصميم الكتابة على هيئة نتوءات بارزة على قطعة خشبية. يمسح بالحبر على السطح ومن ثم يتم ضغط الورقة عليها لنقل الصورة إلى الورقة.

كون Universe مجموع الزمان والمكان (الزمكان) وما يحتويه.

كويكب Asteroid الأجرام الصخرية السماوية التي تدور حول الشمس وتعد بالآلاف. تقع غالبيتها بين مداري المريخ والمشتري.

لاتين (شراع) Lateen Sail شراع مثلث الشكل يثبت في صارية السفينة وعلى امتداد محورها، وبذلك يمكن الإبحار عكس اتجاه الرياح.

لوغاريتمات Logarithms الأس الذي ترفع به قاعدة عدد ما بحيث يساوي الناتج لوغاريتم العدد. مثالا على ذلك فإن الوغاريتم العام قاعدته العدد 10، وبالتالي فإن log العدد 2 يساوي 0.3010 ($100^{0.3010} = 2$).

مادة Matter الأشياء المادية التي تشغل حيزا ولها كتلة.

محلقة (الكرة) Armillary Sphere آلة فلكية مؤلفة من حلقات تمثل مواقع الدوائر الرئيسية في الكرة السماوية.

مخطط بورتلانو Portalano Chart مخطط (خريطة) ملاحي أوربي قديم يعود إلى القرن الرابع عشر. يبين المخطط السواحل وأسماء المناطق.

مدار Orbit المسار الذي يتبعه جسم سماوي (أو تابع صنعي) تحت تأثير قوة الجاذبية.

مذنب Comet جرم سماوي جليدي صغير يدور حول الشمس. بعض المذنبات ذات أزمان دورية قصيرة مثل مذنب هالي، ويكون المدار إهليجياً بدرجة كبيرة، مما يؤدي إلى عودته ضمن النظام الشمسي كل 100 عام تقريبا. أما المذنبات ذات الأزمان الدورية الطويلة فيعتقد أنها انفصلت في الأساس من سحابة أوورت. يتأثر المدار لبعضها بالمجال الجذبي للكواكب العملاقة، مما يجعلها تسبح في أعماق مابين النجوم.

مستعر أعظمي Supernova انفجار كارثي لنجم يؤدي إلى تبعثر أجزائه في الفضاء.

مغناطيسية Magnetism الظاهرات المتعلقة بالمجال المغناطيسي الذي ينشأ عن حركة الشحنات الكهربائية (التيار).

مقياس الزمن Chronometer ساعة ميكانيكية دقيقة كانت تستخدم في تحديد مواقع السفن (خطوط العرض) في البحر.

ملح صخري Saltpeter نيترات البوتاسيوم.

نابض شعري Hairspring نابض رقيق يلف حول محور دولاب الموازنة في الساعات الميكانيكية أو ساعات اليد للتحكم في حركة الرقاص جيئة وذهابا.

نجم Star جرم سماوي مضيء بذاته نتيجة إطلاقه الطاقة من لبه حيث تتم التفاعلات النووية الاندماجية (الانصهارية).

نظام شمسي Solar System كل الأجرام السماوية الواقعة تحت هيمنة المجال الجذبي للشمس. ويتكون من الشمس وكواكبها التسعة بالإضافة إلى أقمار هذه الكواكب وأجرام صغيرة أخرى من مثل الكويكبات والمذنبات.

هندسة Geometry فرع في الرياضيات يعنى بدراسة خصائص الأشكال.

Set Index

المسرد

C

قراءات إضافية

عامة

General

Allaby, M., and D. Gjersten, *Makers of Science*, Oxford University Press, 2002.

Asimov, A., *Asimov's Biographical Encyclopedia of Science and Technology*, Avon Books, 1972.

Boorstin, D. J., *The Discoverers*, Random House, 1983.

Boyles, D., *The Tyranny of Numbers*, HarperCollins, 2000.

Bunch, B., and A. Hellemans, *The Timetables of Science*, Simon and Schuster, 1988.

Bunch, B., and A. Hellemans, *The Timetables of Technology*, Simon and Schuster, 1993.

Carey, J. (ed.), *The Faber Book of Science*, Faber and Faber, 1995.

Crystal, D. (ed.), *The Cambridge Biographical Dictionary*, Cambridge University Press, 2000.

Daintith, J. (ed.), *A Dictionary of Scientists*, Oxford University Press, 1999.

Day, L., and I. McNeil (eds.), *Biographical Dictionary of the History of Technology*, Routledge, 1998.

Diamond, J., *Guns, Germs and Steel*, Vintage, 1998.

The Dictionary of National Biography, Oxford University Press, 1982.

Dyson, J., and R. Uhlig (ed.), *A History of Great Inventions*, Robinson, 2002.

le Fanu, J., *The Rise and Fall of Modern Medicine*, Little, Brown and Company, 1999.

Giscard d'Estaing, V. A., *The Book of Inventions and Discoveries*, Macdonald Queen Anne Press, 1990.

Gribbin, J., *Science, A History*, BCA, 2002.

Harrison, I., *The Book of Inventions*, Cassell, 2004.

Hoskin, M. (ed.), *The Cambridge Concise History of Astronomy*, Cambridge University Press, 1999.

The Hutchinson Dictionary of Scientific Biography, Helicon, 2000.

The Inventions that Changed the World, Reader's Digest, 1982.

McLeish, J., *Number*, Bloomsbury, 1991.

Margotta, R., *The History of Medicine*, Octopus, 1996.

Meadows, J., *The Great Scientists*, Oxford University Press, 1997.

Messadié, G., *Great Inventions through History*, Chambers, 1991.

Millar, D., et al., *The Cambridge Dictionary of Scientists*, Cambridge University Press, 1996.

Muir, H. (ed.), *Larousse Dictionary of Scientists*, Larousse, 1994.

Parry, M. (ed.), *Chambers Biographical Dictionary*, Chambers, 1997.

Philip's Astronomy Encyclopedia, George Philip Limited, 2002.

Philip's Science & Technology Encyclopedia, George Philip Limited, 1998.

Philip's Science & Technology People, Dates & Events, George Philip Limited, 1999.

Porter, R., *The Greatest Benefit to Mankind*, Harper Collins, 1997.

Silver, B. L., *The Ascent of Science*, Oxford University Press, 1998.

Tallack, P. (ed.), *The Science Book*, Cassell, 2001.

Trefil, J., *Cassell's Laws of Nature*, Cassell, 2002.

Waller, J., *Fabulous Science*, Oxford University Press, 2002.

Webster's Biographical Dictionary, G. & C. Merriam, 1971.

What Happened When?, HarperCollins, 1994.

Whitfield, P., *Landmarks in Western Science*, The British Library, 1999.

Williams, T. I. (ed.), *A Biographical Dictionary of Scientists*, Adam & Charles Black, 1974.

Williams, T. I., *A History of Invention*, Time Warner Books, 2003.

خاصة بهذا المجلد

Specific to this Volume

Brockman, J. (ed.), *The Greatest Inventions of the Past 2,000 Years*, Weidenfeld & Nicolson, 2000.

Clegg, B., *The First Scientist*, Constable, 2003.

Fagan, B. M. (ed.), *The Seventy Great Inventions of the Ancient World*, Thames & Hudson, 2004.

Hill, D., *A History of Engineering in Classical and Medieval Times*, Routledge, 1998.

James, P., and N. Thorpe, *Ancient Inventions*, Michael O'Mara Books, 1999.

Kelly, J., *Gunpowder*, Basic Books, 2004.

Landels, J. G., *Engineering in the Ancient World*, Constable, 2000.

Martin, S., *Alchemy and Alchemists*, Pocket Essentials, 2001.

Peterson, H. L., *The Book of the Gun*, Paul Hamlyn, 1962.

Thompson, L., *Guns in Colour*, Octopus, 1981.

White, M., *Leonardo: The First Scientist*, Little, Brown and Company, 2000.

Wilkinson, P., *What the Romans Did for Us*, Boxtree, 2000.

مراجع للمصطلحات

Terminology Reference

Clark, J. O. E., and S. Stiegler (eds.), *The Facts on File Dictionary of Earth Science*, Checkmark Books, 2000.

Daintith, J. (ed.), *A Dictionary of Chemistry*, Oxford University Press, 2000.

Daintith J., and J. Clark (eds.), *The Facts on File Dictionary of Mathematics*, Facts on File, 1999.

Darton, M., and J. Clark, *The Macmillan Dictionary of Measurement*, Macmillan, 1994.

Illingworth, V. (ed.), *Collins Dictionary of Astronomy*, HarperCollins, 1994.

Waites, G., *The Cassell Dictionary of Biology*, Cassell, 1999.

Useful Web Sites

مواقع مفيدة على الويب (الشبكة العنكبوتية)

http://www.atomicmuseum.com/
Web site of the National Atomic Museum (soon to be renamed the National Museum of Nuclear Science and History), Albuquerque, New Mexico.

http://www.howstuffworks.com
A comprehensive Web site that gives detailed explanations of how everything around us actually works.

http://www.mhs.ox.ac.uk/
Web site of Oxford University's Museum of the History of Science.

/http://www.nasa.gov

Official Web site of the National Aeronautics and Space Administration (NASA) with links to learning resources and information for students, and full details of all missions.

http://www.nasm.si.edu/
Web site of the Smithsonian National Air and Space Museum, Washington, D.C.

http://www.nscdiscovery.org/
Web site of the National Science Center, Augusta, Georgia.

http://nobelprize.org/
Official Web site of the internatonal Nobel Prize awards given annually since 1901 for achievements in physics, chemistry, medicine, literature, and for peace. Click on "list of all prizewinners" and then on individual links to read about award winning achievements.

http://www.psigate.ac.uk/
Physical Sciences Information Gateway provides access to Web resources in the physical sciences, including astronomy, chemistry, earth sciences, materials sciences, physics, and general science.

http://whyfiles.org/
University of Wisconsin Web site that explains the science behind the news.

عزيزي القارئ للحصول على نسخة من أي كتاب من قائمة الكتب

يرجى مراسلة المؤسسة على العنوان التالي:

مؤسسة الكويت للتقدم العلمي - برنامج نشر المعرفة العلمية والتكنولوجية

ص.ب 25263 - الصفاة

13113 الكويت

ت: 22278100

فاكس: 22278151

E-mail: author@kfas.org.kw

www.kfas.org

مؤسسة الكويت للتقدم العلمي

مؤسسة الكويت للتقدم العلمي
Kuwait Foundation for the Advancement of Sciences

المؤسسة في سطور

- أنشئت مؤسسة الكويت للتقدم العلمي (مؤسسة خاصة ذات نفع عام) بموجب مرسوم أميري صدر في 21 ذي الحجة 1396 هـ الموافق 12 ديسمبر 1976م.
- يدير المؤسسة مجلس ادارة يرأسه حضرة صاحب السمو أمير البلاد (حفظه الله) ويضم ستة أعضاء آخرين.
- تعتبر المؤسسة من بين هيئات النفع العام وتتلقى الدعم من الشركات المساهمة الكويتية من صافي الأرباح السنوية لهذه الشركات.
- الهدف العام للمؤسسة هو المعاونة في سبيل التطور العلمي والحضاري.



أهداف المؤسسة

- دعم الأبحاث الأساسية والتطبيقية من خلال منح تقدمها في مجالات العلوم الطبيعية والهندسية والصحية والغذائية والاجتماعية والاقتصادية وغيرها.
- تقديم المنح لتشجيع ودعم الأبحاث المتعلقة بالمشاريع وأعمال التطوير والتجارب ذات الصلة بالاقتصاد الكويتي.
- تقديم المنح والجوائز والمكافآت لدعم التطور الفكري في الكويت والأقطار العربية الأخرى.
- العمل على تدريب المواطنين الكويتيين من خلال منحهم بعثات وزمالات بغرض الدراسة والتدريب وكذلك إقامة الندوات والمؤتمرات العلمية.
- تشجيع ودعم وتنمية مشاريع البحوث والبرامج العلمية المشتركة بين الهيئات العلمية الكويتية من جهة والعربية والدولية من جهة أخرى.

KFAS

مـؤسسة الـكويت للـتقدم الـعلمي
Kuwait Foundation for the Advancement of Sciences



مؤسسة الكويت للتقدم العلمي

ص.ب 25263 الصفاة 13113 الكويت

E-mail:author@kfas.org.kw

www.kfas.org